月刊マイコン別冊
Z80マシン語プログラム入門
PC-8001/PC-8801/mkII（N-BASICモード）
■マシン語の基礎知識
■Z80のインストラクション・セットI
■Z80のインストラクション・セットII
■マシン語による2次元4目ならべ
■N-BASIC内部解析
FORESIGHT企画部 川村 清 著
マシン語の基礎からゲームプログラムまで

Hudson soft

ジャン狂

実力向上約束！ コンピュータ相手に君の雀力を発揮せよ

おもしろ体験記

ジャン狂の作者
飛田雅宏

ゲームをやっていて何が面白いかって、そりゃあやっぱり偶然性でしょう。花札、オイチョカブ、はたまた馬券買い。なかでも麻雀の楽しさはやった者でないと分らない面白さなんだな。

麻雀の面白さがそっくりパソコンゲームになったのが今回発売の「ジャン狂」です。フルグラフィックでオールマシン語。しかも、相手となるコンピュータがなかなかの強敵。だから、挑戦者は熱くなってしまう。

そこで某月某日、たまたまハドソンに遊びにきた雀歴2年の君塚泰彦君(高3)にチャレンジしてもらいました。そばでニヤニヤ見学しているのは「ジャン狂」制作者の飛田雅宏氏(ハドソン・開発担当)。

ルールは2万7000点持ちの3万点返しという一般的ルール。最初に食タン有りかオープンモードかの選択がありますので好みの方をセレクトして下さい。オープンモードというのは相手の手をオープン状態にしておくことで、麻雀研究に役立ちます。セレクトしたところでハイ、スタート。ところがこの段階で君塚君、最初の悲鳴！「ワッ、速いなー」マシン語ソフトの強味で、ツモまでの時間がいかにもスピーディー。次々に進行します。制作者の飛田氏。「このくらいのスピードだから面白いのです。でも、チョンボが出ないよう、ナイたりロンの場合はコンピュータが一時停止機能を働せますからミスも少ない」と解説。そして、君塚君、フリ込んだりアガったりでゲーム終了の20分後にはマイナス1万3000点。「ウーム、こいつは強いや」。ゲーム途中でエスケープキーを押した後にリターンキーを押すとオープンモードの切換えができますので麻雀の勉強には最高ですが麻雀は相手の顔つき、手つきなどの様子をみるのも勝負のうちですが、コンピュータはまったくのポーカーフェイス。2、4、6、8とスペースキーだけの簡単操作です。あなたの雀力はどれくらいかな。チャレンジして下さい。

おもしろ体験者の
君塚泰宏君(高三)

適応機種

機種	メディア	価格	機種	メディア	価格
PC-9801	8"FD	¥7,800	PC-6001	T	¥4,000
PC-9801	5"FD	¥6,800	PC-6001mkII	T	¥4,000
PC-9801F	5"FD	¥6,800	FM-7	T	¥4,000
PC-8801/mkII(共用)	5"FD	¥6,800	FM-7	5"FD	¥6,800
PC-8801/mkII(共用)	T	¥4,000	X1-D	3"FD	¥6,800
PC-8001mkII	T(予)	¥4,000	X1-C	T	¥4,000

ゴルフ狂

君はシングル？バーディーを
目指してティーショット！

おもしろ体験記

Hudson soft

ゴルフ狂の作者 田中裕二

サア！ここはハドソン・カントリー・クラブ。むこうに見えるはテイネ山？只今から、本格的3次元ゴルフシミュレーションゲームの始まり始まり。プレーはアニメゴルファーのT選手。なあんて、実際に画面上でゴルフプレーが展開される。こんなゲーム、今まで見たことある？　サスガコンパクトフロッピー版。

この本モノそっくりのゴルフゲームにチャレンジするは、パソコンに関してはちとうるさい小久保秀次朗君高一。

小久保君「画面の中、むこうにホールのピンが見える。ハイ、ゴルファーのステップ位置はこれでよし。この角度ならピッタリ。打球の強さはと……。ゴルファーが1回だけ素振りをするから、2回目のスイングのときにテイクバック（ホラ、勢いをつけるために、クラブを振りかぶるアレだよ）のタイミングを見はからって、エイ！　と、スペースバーをたたくと、打球はアレ？　OBだ……。エ？　ティーショットはアイアンで打つとフックがかかり易くなるんだって？上空の風にあおられちゃったのか、ゴルフなんて初めてだからなあ。」

おもしろ体験者
小久保秀次郎君(高一)

さて、小久保君、ウッドでやり直して、途中ラフに入れながらも、何とか池越えに成功。

ここでもう一度あたりの状況を見ると……ワンタッチで画面は広角に。広い視野をカバーできるんだ。ア！右横にバンカーがあるぞ。そこで、左に寄せて……と、アレー！左にもバンカー。ハア！バンカーはサンドエッジで強く出すんだって？　やっとグリーンにノったけど、ピンまで遠いなあ。いつになったらこのホール……。結局、パー4のところ、倍の8打たたいちゃった。でも確かにホントにゴルフをやってるような感じも。こりゃ慣れてきたらバーディーもホールインワンも夢じゃないぞ。」（私は全ホール回って7アンダーでした。作者）

感想「このやり方なら。マイコンボーリング、マイコンテニス、マイコン……何だって楽しくなると思うなあ！」

適応機種

機種	メディア	価格
PC-9801	8"FD	¥7,800
PC-9801	5"FD	¥6,800
PC-9801F	5"FD	¥6,800
PC-8801/mkII(共用)	5"FD	¥6,800
PC-8801/mkII(共用)	T	¥4,000
FM-7	T	¥4,000
FM-7	5"FD	¥6,800
X1-D	3"FD	¥6,800
X1-C	T	¥4,000

HUDSON GROUP
HUDSON SOFT®
ハドソン札幌/〒062 札幌市豊平区平岸3条5丁目4番17号 コロナード平岸II 201 PHONE:011-821-1538
ハドソン仙台/〒980 宮城県仙台市宮町1丁目4番28号 PHONE:0222-65-7031
ハドソン金沢/〒920 石川県金沢市本町2丁目1番28号 PHONE:0762-23-1263
ハドソン東京/〒102 東京都千代田区麴町4丁目7番5号 麴町ロイヤルビル2F PHONE:03-234-4996
ハドソン大阪/〒542 大阪市南区南船場4丁目2番18号 佐野屋橋ビル5F PHONE:06-251-1945
ハドソンUSA/2063 CENTER STREET BERKELEY CA 94704 TELEPHONE 415-845-1416

PC-8001・PC

Z80 マシン語プログラム入門

目 次

第1ブロック マシン語の基礎知識

第2ブロック Z80のインストラクション・セットⅠ

第3ブロック Z80のインストラクション・セットⅡ

-8801 N-BASICモード

目次
CONTENTS

第4ブロック　マシン語による2次元4目ならべ

第5ブロック　付録

第1ブロック

マシン語の基礎知識

第1章 コーディングの実際

私は今日まで，コンピュータに関する資料や文献をそれこそ数限りない程開いてきましたが，大部分の文献には勉強させられる事が多く大変ためになります。

しかし，最近はともかくとして，私がコンピュータを学ぼうと志したころの状況を思い出すと，どのような文献をみてもなかなか取っ付きにくく，思考錯誤の連続であったことを記憶しています。

一般に，専門分野における入門書が入門者によって執筆される事は皆無だと思います。ほとんどの入門書は各専門分野の第一戦で長い間活躍してきた人達や，研究・教育にたずさわってきた人達によってつくられているのが現状です。

よく，他人を教育するには初心者の立場に立って教える事が必要だと言われますが，私が入門書を執筆する事になったからといって，今さら初心者にもどる事は不可能でしょう。

確かに，おもしろおかしい文章表現を用いて読者の気を引くことも，一つの手段であると思います。しかし本書ではでき得る限りきめの細かい解説を行う事によって文章のつたなさをカバーして行きたいと考えています。

画面設定

当分の間，画面操作に関する説明は，全て白黒モード，８０字（８０桁）×２５行モードを想定して行います。

つまり，ＰＣのスイッチを入れたあと，

ＣＯＮＳＯＬＥ　０，２５，０，０^{C_R}

ＷＩＤＴＨ　８０，２５^{C_R}

を行えばＯＫです。

^{C_R}は，ＲＥＴＵＲＮキーです。

前置きが長くなりましたが，そろそろ本題に入りましょう。

ＰＣ－８００１のテレビ画面

第１図を見てください。これはＰＣ－8001のテレビ画面，左上の隅　ＬＯＣＡＴＥ　０，０の位置にキャラクタ・グラフィックの“●”を表示するためのプログラムを，ＰＯＫＥ文を用い，ＢＡＳＩＣで組んだものです。

ＰＣには，増設分も含めて，８０００Ｈ番地から，ＦＦＦＦＨ番地までの３２Ｋバイト分，Ｄ－ＲＡＭ（ダイナミック・ラム）が実装できますが，その内のＦ３００Ｈ番地から，ＦＥＢ７Ｈ番地までの３Ｋバイトは，Ｖ－ＲＡＭ（ビデオ・ラム）

《第１図》ＢＡＳＩＣ

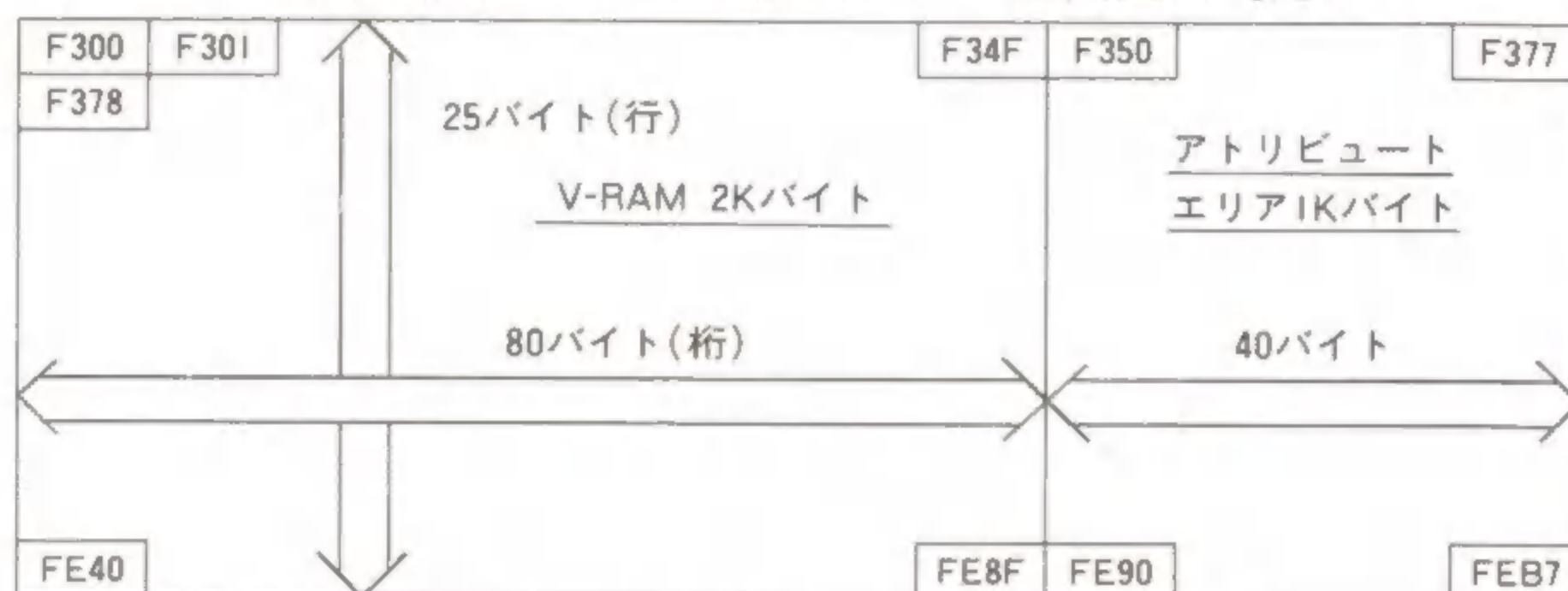
```
10 LET A=&HEC
20 POKE &HF300, A
30 END
```

になっています。

第2図に，V－RAMとテレビ画面の対応を示します。

この表でもわかるように，V－RAMの1バイトが，テレビ画面の1文字に対応していますが，PCの画面が，80文字／行なのに対して，V－RAMの方は1行が120バイトになっています。

これは，PCがアトリビュート方式を採用しているためで，120バイトの内，前80バイトを除いた残りの40バイトはアトリビュート・エリアと呼ばれ，キャラクタ，グラフィック，カラー，アンダーライン，オーバーライン，反転，点滅……etc，などのコントロールに使用され，PCの特色あるオペレーションを可能にしています。

《第2図》PCのV-RAMとテレビ画面の対応

さて，アトリビュート・エリアを除いた80バイト×25行の2Kバイトですが，この部分が純枠なV－RAMと言えます。

ここで，V－RAMとテレビ画面の関係をテストしてみましょう。

まず，"MON$^{C}_{R}$" でマシン語のモニタに制御移してください。

次に，"SF300$^{C}_{R}$"を行ったあと，適当なキャラクタ・コードを，16進数2桁で入力していってください。キャラクタ・コードと，表示されるキャラクタの対応は，**第3図**を見てくれればわかると思います。

例えば"●"のキャラクタ・コードは，16進でEC，"K"のキャラクタ・コードなら4Bです。

このテストでもわかるように，V－RAM上にキャラクタ・コードを書き込むと，それに対応したキャラクタがそのままTV画面上に表示されるのです。

V－RAM上にコードを書き込むには，

①，モニタの，S(セット)コマンドを使う

②，BASICのPOKE文を使う

③，マシン語を使う

など，幾つかの方法がありますが，①は，先のテストの時使い，②は**第1図**で使っています。

《第3図》PC－8001のキャラクタ・コード

上位4ビット→ / 下位4ビット↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0		DE		0	@	P		p				ー	タ	ミ		
1	SH	D1	!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム		円
2	SX	D2	!!	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ		年
3	EX	D3	#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ		月
4	ET	D4	$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ヤ		日
5	EQ	NK	%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ		時
6	AK	SN	&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ		分
7	BL	EB	▼	7	G	W	g	w			ァ	キ	ヌ	ラ		秒
8	BS	CN	(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ	♠	
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y			ゥ	ケ	ノ	ル	♥	
A	LF	SB	*	:	J	Z	j	z			ェ	コ	ハ	レ	♦	
B	HM	EC	+	;	K	[	k	{			ォ	サ	ヒ	ロ	♣	
C	CL	→	,	<	L	¥	l	:			ャ	シ	フ	ワ	●	
D	CR	←	－	=	M	]	m	}			ュ	ス	ヘ	ン	○	
E	SO	↑	.	>	N	^	n	~			ョ	セ	ホ	゛		
F	SI	↓	／	?	O	—	o				ッ	ソ	マ	゜		

本章では，③の方法を説明したいと思います。

逆に，V―RAMの内容を調べれば，現在，テレビ画面にどんなキャラクタが表示されているかがわかるわけで，V―RAMの内容を読み出すには，

①，モニタのD（ダンプ）又は，S（セット）コマンドを使う

②，BASICのPEEK文を使う

③，マシン語を使う

などの方法があります。

第1図の説明

第1図について説明します。

10行では，LET文を使って変数Aに16進数のECを代入しています。ECは"●"のキャラクタ・コードです。また，"LET"は省略することが多いのですが，ここでは**第4図**と比較し易いような形にしてあります。

20行は，先程の②の方法を使って，変数Aの内容（ECH）を，F300H番地に代入しています。

F300H番地は，V―RAMの先頭番地であり，テレビ画面上では，左上隅，LOCATE 0，0の位置です。

30行の"END"も省略できます。

このプログラムをRUNさせると，画面の左上すみに"●"が表示されるはずですが，PRINT文と違って，アトリビュート・エリアまで書き換えるのではないので，その位置のカラー指定が，シークレットや黒になっている時には，当然表示されないので注意が必要です。

第4図の説明

ここからが本当の，マシン語講座の内容です。

第1図と**第4図**を比べて見てください。

前者と同じ内容のプログラムをニーモニック（アセンブリ言語）で組んだものだが，後者のプログラムです。

「マシン語でプログラムをつくる」とはいっても，直接16進数のら列を書いたり理解したりするのはたいへんですから，直接マシン語で組んでいく必要はありません。

まず一度，ニーモニックを使って，プログラムを組んでいき，ニーモニック←→マシン語の対応表を引いていくなり，アセンブラを使用するなりして，マシン語に直すのが普通です。

ここで，ニーモニックからマシン語に直すのをアセンブルといい，完成したマシン語をオブジェクトといいます。

逆にマシン語からニーモニックを作り出すのを逆アセンブル（ディス・アセンブル）といい，それをプログラムで行ってしまおうというのを逆アセンブラ（ディス・アセンブラ）といいます。

第1図と**第4図**を比較していくと，両者の形成がそれ程かけ離れていない，どちらかというと同じような形をしていることに気がつくと思います。

読者の皆さんの中には，マシン語は難しいと思い込み，マシン語コンプレックスに落ち込みかけている方もいるかもしれませんが，この程度のプログラムなら，BASICで組んでもマシン語で組んでも，大きな差はみられません。

マシン語は，難しいというよりも，少し手間がかかるだけなのです。

では，**第4図**を行を追って説明していきます。

一番最初にある"LD　A，ECH"のLDというのは，ロードと読みBASICのLET文と同じく代入文です。この例では，"A"に16進数のECを代入しています。

この"A"はBASICの変数と似ていますが，マシン語ではレジスタ（Reg）の一つで，Aレジスタとか，アキュームレータ（Acc）とか呼ばれているもので，8ビット（16進2桁）です。

《第4図》ニーモニック

```
LD    A，ECH
LD    (F300H)，A
HALT
```

PC―8001が使用しているZ80CPUは，合計22個のレジスタ群を持っていますが，次章以

降で少しずつ説明していく予定です。

ＥＣＨの最後のＨは，ＥＣが16進数であるということで，BASICで16進数の頭に付ける〝&Ｈ〟と同じ意味です。全くの余談ですが，６８００ＣＰＵなどは頭に〝$〟を付けて16進数を表わします。

第4図の２行目の〝ＬＤ　(Ｆ３００Ｈ)，Ａ〟もやはり　ＬＤ命令が使われていますが，Ｆ３００Ｈに（カッコ）が付いています。Z80のニーモニック中で，16進４桁の数値に（カッコ）が付いている場合には，その数値が，メモリ上のアドレスを指していると考えればよいのです。

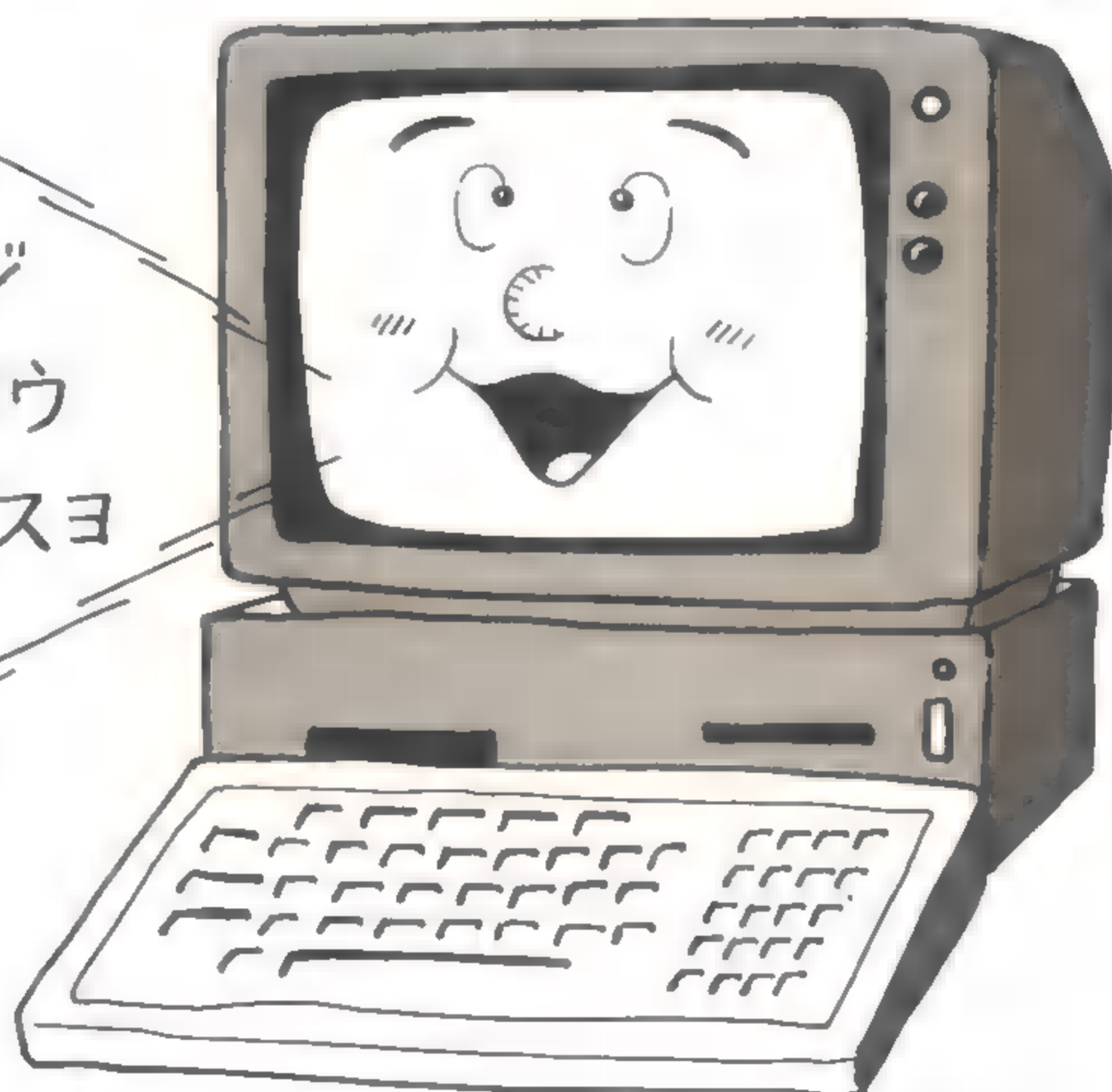
ですからこの命令は，BASICのPOKE文と同じように，Ｆ３００Ｈ番地にＡレジスタの内容を入れるという働きをします。

最後に〝HALT〟という命令が置いてありますがこれは，Ｚ80ＣＰＵを停止する命令です。ですからプログラムの最後にこの命令をいれておけば，Ｚ80は，そこまででプログラムの実行を停止します。

停止を解除できるのは，リセットスイッチのみです。

まとめ

第１章は，ここまでですが，このニーモニックを直接ＰＣ－８００１に入力して走らせることはできません。

先程の〝アセンブル〟という作業が残っていますが，長くなるのでこれについては第２章で説明したいと思います。

アセンブルの実際

第１章，いかがだったでしょうか？

前章では，

“ＬＤ　□，△”

という命令は，△の内容を□に代入するということを説明しました。またこの時４桁の16進数に()が付いていれば，それはアドレスを指していて，“Ａ”と書けば，それはＡレジスタ（アキュームレータ）のことでしたね。

PC―８００１のメモリ・マップ

アセンブルを行う時には，まず完成したマシン語を，メモリ上のどの番地に置くかを決めなければなりません。

第５図にＰＣ―8001のメモリ・マップを示します。左が16ＫバイトＲＡＭのシステム，右がＲＡＭを32Ｋバイトに増設したシステムですが，今回は16Ｋバイトのシステムを例にとって説明します。

０００００Ｈ～７ＦＦＦＨは，ＰＣ―8001の場合はＲＯＭのための領域で，この内，

０００００Ｈ～５ＦＦＦＨの24Ｋバイトは，ＢＡＳＩＣのインタプリタが入っており残りの８Ｋバイトは，増設用の空きソケットになっています。

以上ＲＯＭ領域には，簡単にプログラムを書き込むことはできず，ＲＯＭライターを使うかハードウエアをいじらなければなりません。

８０００Ｈ～ＦＦＦＦＨは，ＲＡＭ領域になっていますが，16Ｋシステムの場合は，Ｃ０００Ｈ～ＦＦＦＦＨの16ＫバイトのみＲＡＭが実装されていて８０００Ｈ～ＢＦＦＦＨは空いています。

ＲＡＭ領域の内，Ｆ３００Ｈ～ＦＥＢ７Ｈの３Ｋバイトは，前章でも説明したＶ―ＲＡＭ領域で当然，プログラム・エリアとしては使えません。

オール・マシン語のみのプログラムを作り，ＢＡＳＩＣにもどらずBASICインタプリタ内のサブルーチン類なども絶対使わない自信があるなら，Ｖ―ＲＡＭだけを避ければよいのですが，ほとんどの場合そうではないので，ＥＡ００Ｈ～ＦＦＦＦＨのＮ―BASICのワーク・エリア(Ｖ―ＲＡＭも含む）と，ＲＡＭの頭から数10バイトは，使わない方が無難です。

使おうと思えば空いているところもあるのですが，下手に使うと暴走させることにもなりかねません。

以上長々と説明して来ましたが，結局，16Ｋバイトシステムの場合は，Ｃ０２０Ｈ～Ｅ９ＦＦＨ，32Ｋシステムでは，８０２０Ｈ～Ｅ９ＦＦＨの範囲で使えばよいでしょう。ディスクを使っている場合は，更に使用範囲が限られてしまいます。

使用可能領域を第５図中にアミ部分で示しますので参考にしてください。

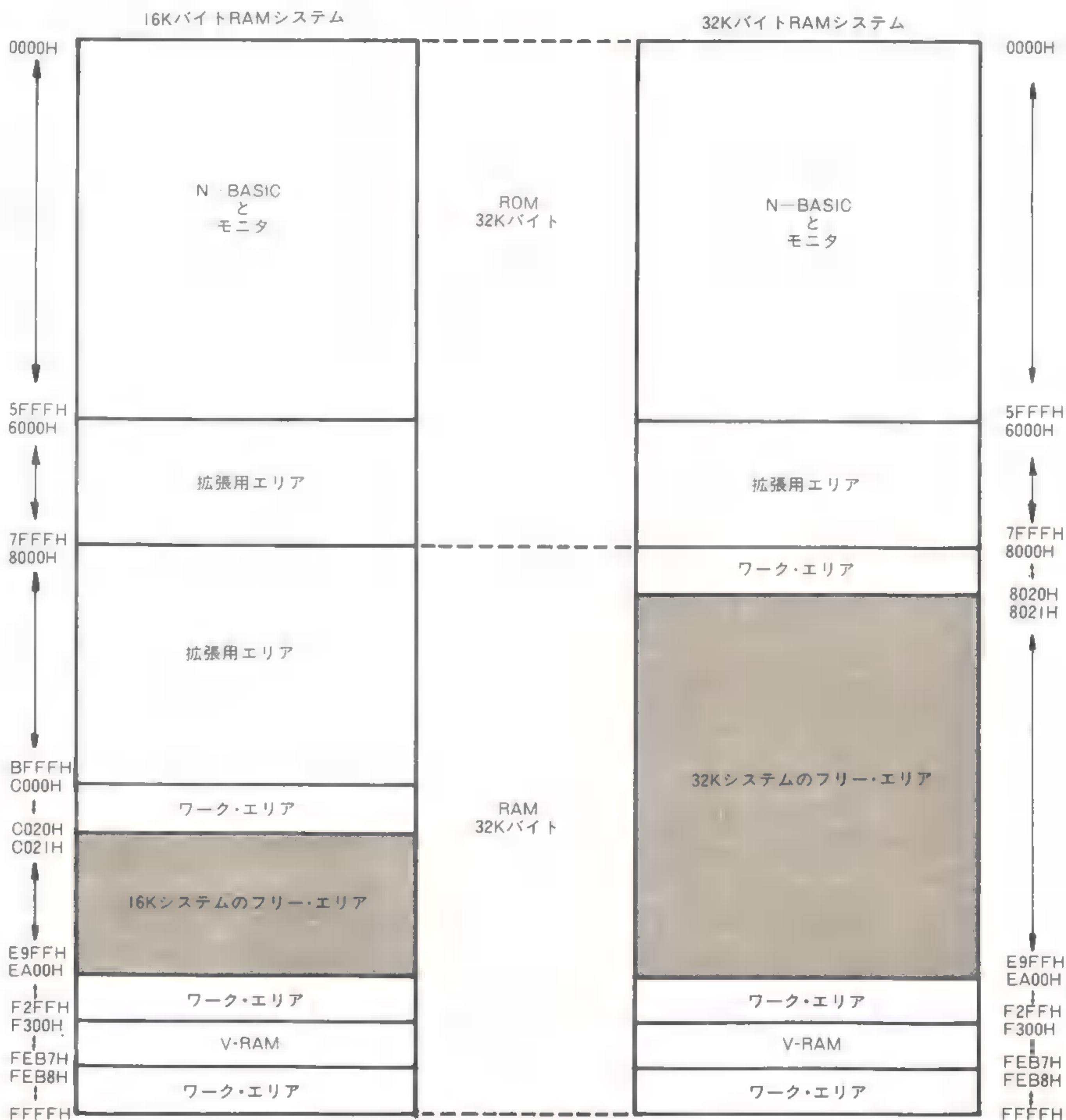
N—BASICのCLEARコマンド

マシン語のプログラム領域を確保するコマンドとして，N—BASICのCLEARコマンドがあります。このCLEARコマンドで，マシン語のために使う領域を確保して置けば安全ですが，それでもフリー・エリア以外を使うことはできません。

例えば，ダイレクト・モードで，

CLEAR 300, &HDFFF CR

を実行して置けば，E000H番地から，E9FFH番地までをマシン語のために確保したことになり，N—BASICではRAMの先頭から，DFFFH番地までと，EA00H番地からFFFFH番地のみを使用します。

《第5図》PC8001メモリ・マップ

アセンブル

それでは，第6図をE000H番地からのマシン語にアセンブルしてみましょう。このプログラムは，第1章の第4図と全く同じもので，テレビ画面，左上の隅に“●”を表示するプログラムです。

アセンブラを持っている場合には，それを使えば簡単にアセンブルできますが，そうでない場合には，ニーモニック──→マシン語の対応表を引きながら，自分でアセンブルしなければなりません。

《第6図》

```
LD      A，ECH
LD      (F300H)，A
HALT
```

この対応表は，本書も含む文献の付録などという形でもよく見かけますが，このようなものとは別に表だけのものを持っていると大へん引き易く，安いものですから一冊買った方がよいと思います。

ちなみに私は，NECで出ている“μCOM−82インストラクション活用表”というのを使っているので，勝手ですがこの対応表に合わせて，説明を行います。μCOM−82というのは，Z80のことです。

《第8図》第6図をアセンブルしたもの

アドレス(番地)	オブジェクト(マシン語)	ラベル	ニーモニック		コメント(メモ)
			コード	オペランド	
E000	3EEC		LD	A，ECH	アキュームレータにECHを入れる
E002	3200F3		LD	(F300H)，A	F300番地にアキュームレータの内容を代入する
E005	76		HALT		実行を停止する

1行目の“LD　A，ECH”を調べるには，“ECH”を“n”に変えて，8ビット・ロード命令の項を見ます（第7図）。

対応表などでは，1バイト（16進数で2桁）定数は，全て“n”などのように置き変えて載っているはずです。2バイト（16進数で4桁）の場合は，“nn”などになります。

ですから，“LD　A，ECH”は，“LD　A，n”という形に直して調べ，後で“n”の部分に“EC”を，入れてやればよいのです。

その結果“3E n”のように出ているはずです。この“n”の部分を“EC”に直して，“3E　EC”となります。ですから“LD　A，ECH”のマシン語は，“3E　EC”の2バイトで，これをそれぞれ，E000H番地とE001H番地に割り当てます。

次の“LD（F300H），A”も同じく，“LD（n n），A”と直して，対応表の8ビット・ロード命令の項で見ます。

結果は，“32　n n”ですがここで，
“32　F3　00”としては，いけません！

Z80や8080などのCPUでは，F3と00を逆にして，“32　00　F3”のようにしなければいけないので注意が必要です。特にはじめのうちは，間違え易いので気を付けてください。

この3バイトを，E002H〜E004H番地に割り当てます。

最後の“HALT”は，マシン語では，“76”ですからE005H番地は，76になります。

《第7図》μCOM−82ニーモニック↔マシン語対照表（8ビットロード）より

×	I	R	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(BC)	(DE)	(IX+d)	(IY+d)	(n n)	n
LD　A，×	ED 57	ED 5F	7F	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	0A	1A	DD 7E d	FD 7E d	3A n n	3E n
LD（n n），×			32 n n													

いよいよ実行！！！

以上のニーモニックとマシン語をきちんと表にしたのが，第8図ですが，この表について説明する前にプログラムを実行してみましょう。

BASICから“MON$^{\mathrm{C}}_{\mathrm{R}}$”で，マシン語モニタに移してください。“SE000$^{\mathrm{C}}_{\mathrm{R}}$”を行った後，“3EEC3200F376”と，6バイトのプログラムを入力します。もし間違って入力した時には，“DEL”キーを押すことによって1バイトもどって入力し直すことができます。

いよいよ実行です。“GE000$^{\mathrm{C}}_{\mathrm{R}}$”でE000H番地から実行させてみます。画面左上に“■”が表示されればOK，そうでない方は，入力ミスだと思いますので，リセット・スイッチを押して始めから入力し直してください。

マシン語のコーディング書式

マシン語をコーディングする時には，第8図のような書き方をするのが普通です。マイコン誌上でもよくこのような形のリストが掲載されているのでご存知の方も多いと思いますが一応説明します。

まず一番左にアドレスを書きます。これは，その名のとおりメモリ上の番地で，マシン語をコーディングする時は普通1行に一つの命令を書きますから，その命令の始まる番地を16進数で書きます。

次に普通は，マシン語を書きますが，ハンド・アセンブルなどをする場合で，縦に罫を引いていないノートなどにコーディングする場合には，マシン語を1番右に書くこともあります。

いずれにしても，第8図のような書き方のみに決められているわけではなく，要は，必要な事項がわかり易く書かれていればよいのです。第10図に市販されているコーディング用紙の中で一般的なものをあげておきます。

マシン語の項は，今回のプログラムでは，3バイト分でよいのですが，Z80には，1～4バイトの命令があるので，最大4バイト分の場所を取っ

《第9図》第6図をサブルーチンの形にしてアセンブルしたもの

アドレス	オブジェクト	ニーモニック	コメント
E000	3E EC	LD A, EC	アキュムレータにECHを入れる
E002	32 00 F3	LD (F300H), A	F300H番地にアキュームレータの内容を代入する
E005	C9	RET	メインルーチンへもどる

《第10図》一般的なコーディングの例

①市販品のコーディング用紙

M・CODE		MNEMONIC・CODE			
LOC	INS	LABEL	OP	OPERAND	COMMENT
E000	3E EC		LD	A, ECH	AレジスタにECHを入れる

②ノートなどを使うとき　1

アドレス	ラベル	ニーモニック	オペランド	コメント	オブジェクト
E000		LD	A, ECH	A←ECH	3E EC

③ノートなどを使うとき　2

```
E000   LABEL:LD  A, ECH;A←ECH   3E  EC
```

ておけば大丈夫です。

次にラベルと書いた欄がありますが，これは，ジャンプ命令の飛び先などにわかり易い名前を付けておくものです。このラベルについては，後でまた出てきますから，今は，それほど気にしないで結構です。

次のニーモニックと書いた欄には，先程の第6図がそのままの形で入っています。

ニーモニックの先頭の命令の種類を表わす部分をコード，以後のその命令が，どこに影響するか表わす部分をオペランドと言い，“，”の前を第1オペランド，“，”の後を第2オペランドと言います。

Z80には，オペランドが0～2個の命令があります。

その他，コードの部分をニーモニックと言っている場合もあります。

最後のコメントは，その名のとおりコメントを書く所で，プログラムがわかり易いように好きなことを書けばよいし，省略してもよいのです。

コーディング上の注意

マシン語をコーディングする上で注意しなければならないこともいくつかあります。

まず，字体ですが，例えば，Zと2，Oと0とDなどを区別して書くことが重要です。マシン語に限らず他の言語でコーディングする時でもできるだけ第11図のように書くくせをつけておくと便利です。ただし，学校のテストなどをこの字体でコーディング？してしまった時の責任を負いかねます（前例もあります）。

《第11図》コーディング用の字体

C	（シー）	カギを付ける
Đ	（ディー）	タスキをかける
i or Ī	（アイ）	小文字を使うか上に線を引く
J	（ジェー）	横線を引く
Ō	（オー）	上に線を引く
u	（ユー）	小文字を使う
Ƶ	（ゼット）	タスキをかける
Ø	（ゼロ）	斜線を入れる（当然！）

また16進数を書くとき，そのバイト数を意識して1バイトか2バイトかわかるように2桁又は4桁で書くことを勧めます。

“2H”という1桁の数値でも“LD　A，02H”とか，“LD　(0002H)，A”とかいうように，前に余分な0を付けておくと，ハンドアセンブルの時のミス防止に役立ちます。

私も前に，“LD　HL，2”を間違えて，“21　02”の2バイトにアセンブルしてしまったことがあります。正しくは，“21　02　00”の3バイト命令です。このミスも“LD　HL，0002H”と書いておけば未然に防げたはずです。

アセンブラを使えばこのようなミスも起らないのですが，せっかくハンド・アセンブルした長いプログラムの真中などでこのミスをやると，後で1バイトずつずらしていかなければならないので大へんな手間になります。

Q＆Aコーナー

このコーナーでは，初心者がマシン語を勉強していくうえでわかりにくい点を，1～2項目ずつ選んで説明していきます。私がマシン語を始めた頃の経験も生かしていきたいと思います。

◎BASIC中からのマシン語の呼び方

マシン語のプログラムをBASICのプログラム中から呼び出す方法を説明しますが，さっきマシン語に直したばかりの第6図を例にとります。

第6図をサブルーチンの形にしてアセンブルしたものが第9図です。先程のプログラムとの相違点は最後のHALT命令がRET命令にかわっているだけです。

HALTは，Z80　CPUを停止させる命令ですが，RETは，RETURNの略で，サブルーチンからメインルーチンへもどる命令です。

この場合は，マシン語のプログラム全体を一つのサブルーチンと考え，BASICのメインルーチンから呼び出すのです。

《第12図》マシン語実行用のBASICルーチン

```
10   CLEAR 300, &HDFFF
20   DEF USR=&HE000
30   I=USR(0)
40   END
```

このプログラムを呼び出すための BASIC のメインルーチンが第12図です。

まず10行のCLEARコマンドでマシン語のための領域を確保します。

次にDEF　USRコマンドでマシン語プログラムのスタート・アドレスを定義し，30行でマシン語プログラムを実行します。

30行中の変数Ｉと（カッコ）の中の０はＢＡＳＩＣとマシン語との引数ですが，今回のように引数が必要ない場合にも，一応何かを与えないとエラーになります。引数の受け渡しは，浮動小数点アキュームレータ（Ｆ０Ａ４Ｈ～Ｆ０ＡＢＨ）を介して行われますが，詳しい事は，"N－BASIC リファレンス・マニュアル" を見てください。

また，N－BASICでは,ＵＳＲ０～ＵＳＲ９の計10個のマシン語サブルーチンを使うことができますが，今回のように番号を省略した場合は，ＵＳＲ０と解釈されます。

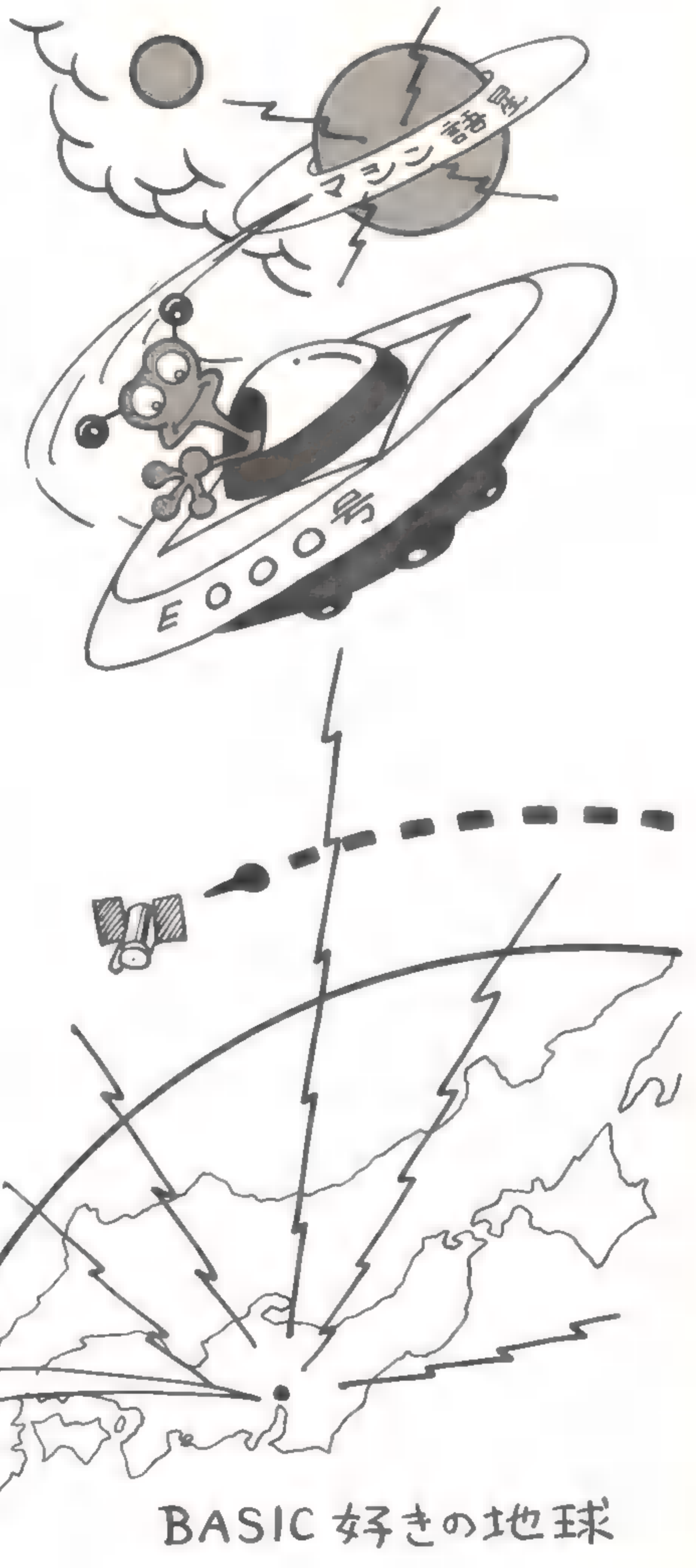
第９図のオブジェクトをＥ０００Ｈ～Ｅ００５Ｈ番地にセットし，BASICにもどしてから第12図を入力してください。

"ＲＵＮ$^{C}{}_{R}$" で画面左上に "●" を表示した後BASICのコマンド待ちになります。

ついでに，第13図をあげておきます。これはマシン語をメモリ上に書き込む段階もBASICで行ってしまおうというものです。

このプログラムなら，BASICのCSAVE，ＣＬＯＡＤコマンド１回のみでロード，セーブができますし，マシン語モニタに移してプログラムを入力する必要がありません。

《第13図》BASICからマシン語を呼び出す

```
10 CLEAR 300 &HDFFF
20 DEF USR=&HE000
30 FOR J=&HE000 TO &HE005
40   READ K$
50   POKE J, VAL("&H"+K$)
60 NEXT J
70 DATA 3E, EC, 32, 00, F3, C9
80 I=USR(0)
90 END
```

第3章 Z80のレジスタ・セット

前章までのプログラム例ではAレジスタのみを使用するようにして来ましたが本章からはいよいよZ80のレジスタ群が登場します。

本章はこの22個のレジスタ達の自己紹介ということで一度に全てのレジスタが登場しますが惑わされないように注意してください。

あくまでも重要なのは「レジスタのまとめ」の項に書いてあることですから，他のレジスタの説明は読み飛ばしても，「まとめ」に書いてある事だけは覚えておいてください。

Z80の汎用レジスタ

皆さんも前章までに数多く登場したAレジスタについては多少理解していただけたと思います。

Aレジスタはアキュームレータとも呼ばれる1バイトのレジスタで，1バイトの数値をBASICの変数のように記憶させておくことができます。

このようにレジスタというのは，いずれも数値を記憶させておく（しておく）ためにあるのですが，22個のレジスタ群全てが，Aレジスタのように，自由に使えるわけではありません。

第14―A図にZ80の全てのレジスタを示します。この内，Aレジスタを含めた，A，F，B，C，D，E，H，Lの8個のレジスタを表レジスタ群（メイン・レジスタ・セット）と呼んでいます。

このAレジスタを始めとする8個の8ビット(1バイト）のレジスタが，マシン語でプログラムを組んで行く上での中心となるものです。

まずフラグ・レジスタ（F）ですが，このレジスタは，Aレジスタなどのように自由に数値を出し入れすることはできません。CPUが特定の演算などの命令を行うとその結果に従って勝手にフラグ・レジスタの内容が変更されてしまい，そのあとの条件ジャンプや条件コールなどの条件判断を行う時にこのフラグ・レジスタの内容が参照されるのです。

フラグ・レジスタを除いた7個の汎用レジスタの機能は，ほとんど同じですが，それぞれに得意な分野，不得意な分野があり，機能の点ではアキュームレータに勝るレジスタはありません。

例えば8ビットの算術・論理演算のほとんどは，アキュームレータと他のレジスタの間で行われ，その演算結果もアキュームレータに収納されるようになっているものがほとんどです。

残りのB，C，D，E，H，Lの6個のレジスタですが，BとC，DとE，HとLの2個ずつを対にして2バイト（16ビット）の，汎用レジスタとして使う命令も多く用意されています。

実際のプログラムを考えてみると，255(1バイト）以下の数値だけで間に合うようなプログラムはまずありませんので2バイトのレジスタを使って2バイトの演算が出来ることはたいへん助かります。

だいいち，全てのアドレスを表わすには，どう

しても2バイト必要ですから，1バイトのレジスタのみではアドレスを指すこともできません。

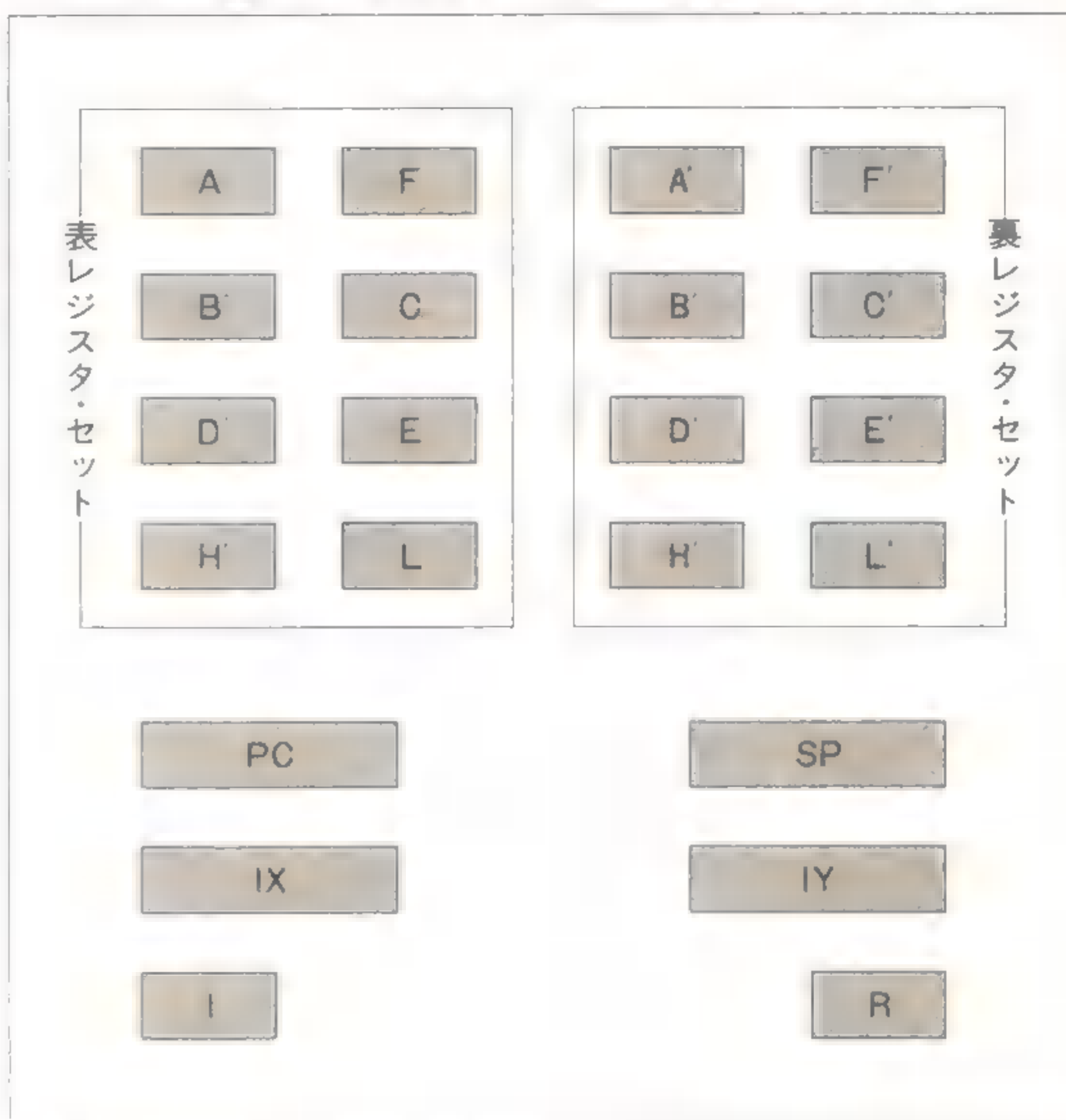
特にHレジスタとLレジスタを対にしたHLレジスタ対は，アドレス修飾のための命令を多く持っているためアドレス修飾の時はHLレジスタ対が最もよく使用されます。又，HLレジスタ対は16ビットの演算の時も中心となります。8ビットの場合アキュームレータがそうであるように，16ビットの演算命令はHLレジスタ対と他のレジスタ対の間で行われる事が多いですし，その場合は結果がHLレジスタ対に入ります。

レジスタ対は二つのレジスタを対にして使うのですから，例えばHLレジスタ対とHレジスタ，Lレジスタを同時に別の用途に使用することはできず，一方の値が変化すれば必然的に他方の値も変化してしまいます。

《第14－A図》Z80の使用可能レジスタ

また，Z80には，A，F，B，C，D，E，H，Lの8個の表レジスタの裏レジスタとして，A'，F'，B'，C'，D'，E'，H'，L'の各レジスタが用意されていますが，表レジスタと裏レジスタを同時に使用することはできません。同時に使用できないものがなぜわざわざ用意してあるのか疑問に思うかもしれませんが，それなりの利用方法があるのです。

例えば全てのレジスタを使用しているメイン・ルーチン中からサブルーチンを呼び出すような場合には，サブルーチンの始めで全てのレジスタの内容をメモリ上に退避しておいて，サブルーチンから抜け出る前に今度はメモリ上に退避しておいた内容をレジスタにもどしておく，などという手法がよく行われますが，この時レジスタの内容をいちいち退避しておくかわりに表レジスタと裏レジスタを交換しておき，メイン・ルーチンにもどる前にもう一度交換しておけばよいのです。つまりサブルーチン中では，裏レジスタだけを使用したことになり，この手法は特に割り込み処理ルーチン内で有効です。

裏レジスタも便利なのですが，残念ながら裏レジスタを十分に活用したプログラムはあまり多くありません。8080CPUの頃には無かったレジスタですし，裏レジスタを多用したプログラムが大へん読みにくくなることも事実ですので始めのうちは8個の表レジスタのみを有効に活用する方法をよく学習し，慣れたところで，サブルーチン中で使い切るような使い方のみに使用することを勧めます。

実際，6800や6502などのCPUに比較すれば8個のレジスタのみでも十分なはずですし，それでも足りなければ，実際のプログラムでは足りない場合がほとんどですが，メモリ上に入れておいて必要な時にだけレジスタに持って来て参照し，またメモリ上に記憶させておくという方法を使えばよいのです。

Z80のプログラム・カウンタ(PC)

プログラム・カウンタ（PC）は，16ビットのレジスタで，常に現在実行しているアドレスの次のアドレスが入っています。

《第14―B図》Z80の使用可能レジスタ

レジスタ	名称	ビット／バイト	8080に有？	機能
PC	プログラムカウンタ	16／2	○	現在実行中の次のアドレスを常に指す
SP	スタックポインタ	16／2	○	スタックの最下位アドレスを指す
IX	インデックスレジスタ	16／2	×	8080の時不可能だった相対アドレス指定に使用
IY	インデックスレジスタ	16／2	×	8080の時不可能だった相対アドレス指定に使用
I	インタラプト・ベクタレジスタ	8／1	×	モード2の割り込み時に使用
R	メモリ・リフレッシュレジスタ	7	×	ダイナミック・ラムのリフレッシュに使用

群	レジスタ	名称	ビット／バイト	8080に有？	機能
表レジスタ群	A	アキュームレータ＝Aレジスタ	8／1	○	Fレジスタ以外は8ビットの汎用レジスタとして使用
表レジスタ群	F	フラグ・レジスタ	8／1	○	
表レジスタ群	B	Bレジスタ	8／1	○	
表レジスタ群	C	Cレジスタ	8／1	○	
表レジスタ群	D	Dレジスタ	8／1	○	
表レジスタ群	E	Eレジスタ	8／1	○	
表レジスタ群	H	Hレジスタ	8／1	○	
表レジスタ群	L	Lレジスタ	8／1	○	
裏レジスタ群	A'	アキュームレータ＝A'レジスタ	8／1	×	機能は表レジスタと同じだが、両者は同時に使用不可
裏レジスタ群	F'	フラグ・レジスタ	8／1	×	
裏レジスタ群	B'	B'レジスタ	8／1	×	
裏レジスタ群	C'	C'レジスタ	8／1	×	
裏レジスタ群	D'	D'レジスタ	8／1	×	
裏レジスタ群	E'	E'レジスタ	8／1	×	
裏レジスタ群	H'	H'レジスタ	8／1	×	
裏レジスタ群	L'	L'レジスタ	8／1	×	

レジスタ対	名称	ビット／バイト	8080に有？	機能
AF				
BC	BCレジスタ対	16／2	○	16ビットの汎用レジスタ対として使用
DE	DEレジスタ対	16／2	○	
HL	HLレジスタ対	16／2	○	
AF'				
BC'	BC'レジスタ対	16／2	×	機能は裏レジスタ対と同じ
DE'	DE'レジスタ対	16／2	×	
HL'	HL'レジスタ対	16／2	×	

注）太線内が特に重要

例えば，現在E000H番地の命令を実行している時点ではプログラム・カウンタには，E001が入っていますしE001H番地を実行している時点ではE002が入っている，というように命令を実行して行くごとに一つずつ増加していきます。

もし，途中にジャンプ命令などがあればプログラム・カウンタには，飛び先のアドレスが入りますし，リセット・スイッチが押されればプログラム・カウンタに0000が入りZ80は0000H番地から実行を始めます。

現在の所，マイコン誌上などで"PC"と目にすればPC—8001のことを思いうかべる方が多いと思いますが，プログラム・カウンタのことも"PC"と書きますから，今後も本文中で"PC"と書いてあったらPC—8001のことではなくプログラム・カウンタのことだと思ってください。

Z80のスタックポインタ(SP)

スタックポインタも16ビットのレジスタです。スタックポインタの役割りを理解するためにはまず，スタックについて知らなければなりませんが詳しくは，レジスタ退避命令（PUSH，POP命令）やサブルーチンコール（CALL命令）の時に登場しますのでここではサブルーチン・コールを例にとってごく簡単に説明します。

サブルーチンを呼び出す時には当然メイン・ルーチンに戻る時のことを考えて戻り先のアドレスを覚えておかなければなりませんが，これはメモリ上にスタックと呼ばれるエリアをとってメモリの上位から下位へと順々に蓄えられていきます。そしてメイン・ルーチンに戻る必要の出てきた時に今度は逆にスタックの内容を下位から上位へと参照して戻り番地をとり出すのですが，スタック・ポインタは，このスタックの最下位バイトを常に指しているレジスタなのです。

これだけの説明では，おそらくはっきりしない方が多いと思いますが，レジスタ退避の命令を使うようになればわかってくるはずです。

インデックス・レジスタ(IX・IY)

Z80になって8080の頃無かった２本のインデックス・レジスタが使えるようになりました。

8080の頃は，多くのデータをメモリ上に置いて扱うような場合には，HLレジスタ対にアドレスを入れておいてアドレス修飾を行っていたわけですが，インデックス・レジスタが加わってより楽になったと言えましょう。ただしこのレジスタもあれば大へん便利なレジスタですが，もし無かったとしてもプログラムが組めないというような事はありません。

その他のレジスタ

Z80は他にもインタラプト・ベクタレジスタ(I)と，メモリリフレッシュレジスタ（R）がありますが前者は割り込み機能の拡張にともなって，後者はダイナミック・ラムを直接つなげるために加えられたレジスタですのでこの２本のレジスタを使うためには，ハードを熟知しなければなりません。ここでは説明をはぶかせていただきますが興味がおありの方は参考文献等をさがしてみてください。いずれにしろ初心者が下手に使用できないレジスタです。

レジスタのまとめ

Z80が持つレジスタ群の数々について長々と説明しましたが全てを一度に理解する必要はありません。

まず始めに覚えておいて欲しいのは，A，B，C，D，E，H，Lの７個の汎用レジスタに各々８ビットの情報（数値）を記憶させて，BASICのいわゆる変数のような使い方ができるということ，BとC，DとE，HとLをそれぞれ対にして３組の16ビット汎用レジスタとして扱うこともできるということぐらいです。

マイコンのための数についての豆知識

マイクロ・コンピュータを勉強して行くと，よくバイトとかビットとかいう言葉が目につきます。特にマシン語を理解するためには，この意味をよく知っておく必要がありますし，この本文中でもかなり多く，登場させてしまいましたので簡単に説明したいと思います。

まず最少の単位がビットで，２進数に直した時の桁数に当たります。コンピュータでは，最終的には１か０かしか無い２進数を扱うのですが人間が読む場合は０と１のら列だけでは，わかりにくいですから，２進数を４桁ごとに分けるとそれぞれが０～15までの数になります。その０～15までの数に０～Ｆまでを割りあてて１桁とし，人間にも見易くしたものが現在マシン語などを扱う場合の中心になっている16進数です。

ですから２進数を16進数に変換するには，まず下位から４桁ごとに分けてしまい，それぞれ４桁ずつの束に０～Ｆまでを割りあてそれを16進数の１桁にすればよいのです。また10進数と16進数を直接変換する事は大へんですから１度２進数を介して変換するようにすればよいでしょう。

また，８ビット＝１バイトとなり，最近のCPUは，Z80も含めて普通は８ビット並列処理となっているため，１バイトごとに，００００Ｈ番地からＦＦＦＦＨ番地までのアドレスが割り当てられているのは皆さんも御存知のとおりです。８ビット並列処理と言えば，８ビットの数が同時に扱えるということですから２進数では８桁，16進数では２桁，10進数に直せば０～255までの数値が一つのアドレスに割り当てられるということです。

また，Z80には，２バイトの数値を取り扱うための命令も数多く用意されていますが，２バイト（16ビット）のことを１ワードと言うこともあります。

マシン語プログラムやメモリの量などを表わすときなどには，約1024バイトを一つにまとめて１Ｋバイトなどと言いますから，例えば4.5Ｋバイトと言えば約4608バイトの事となります。

4608バイトといわれてもどのくらいの量かわかりにくいと思いますが「ダンプ・リストでぎっしり２ページ程度」と言えば見当がつくでしょう。

BASICによる10進↔16進変換

BASICのダイレクト・モードで10進↔16進の変換をすることができます。

例えば10進数の 100 を16進数に変換するためには，

　　？　ＨＥＸ＄（１００）CR

で，16進数のＡ０を10進数に直すには，

　　？　＆ＨＡ０　CR

を行うだけでよいのです。

《第15図》BEEP，BEEP１，BEEP０の実際のプログラム

BASIC(標準)	BASIC(変形)	マシン語		
		アドレス	オブジェクト	ニーモニック
１０　ＢＥＥＰ１ ２０　ＥＮＤ	１０　Ａ＝＆Ｈ２０ ２０　ＯＵＴ＆Ｈ４０，Ａ ３０　ＥＮＤ	Ｅ０００ Ｅ００２ Ｅ００４	３Ｅ　２０ Ｄ３　４０ ７６	ＬＤ　Ａ，２０Ｈ ＯＵＴ（４０Ｈ），Ａ ＨＡＬＴ
１０　ＢＥＥＰ０ ２０　ＥＮＤ	１０　Ａ＝０ ２０　ＯＵＴ＆Ｈ４０，Ａ ３０　ＥＮＤ	Ｅ０００ Ｅ００２ Ｅ００４	３Ｅ　００ Ｄ３　４０ ７６	ＬＤ　Ａ，００Ｈ ＯＵＴ（40Ｈ），Ａ ＨＡＬＴ
１０　ＢＥＥＰ ２０　ＥＮＤ	１０　ＤＥＦＵＳＲ＝＆ＨＤ４３ ２０　Ｉ＝ＵＳＲ(０) ３０　ＥＮＤ	Ｅ０００ Ｅ００３	ＣＤ　４３　０Ｄ ７６	ＣＡＬＬ　０Ｄ４３Ｈ ＨＡＬＴ

《第16図》音出しのプログラム例

```
100  '*******************
110  '*** アメパト サイレン ***
120  '*******************
130  CLEAR 300, &HE8FF
140  DEFUSR=&HE900
150  FOR A=&HE900 TO &HE922
160    READ B$
170    POKE A, VAL("&H"+B$)
180  NEXT A
190  C=USR(0)
200  WIDTH,
210  END
220  '*** マシンゴ データ ***
230  DATA 3E, 00, D3, 51, 1E, 01, 0E, 02
240  DATA 43, 3E, 20, D3, 40, 10, FE, 43
250  DATA 3E, 00, D3, 40, 10, FE, 0D, 20
260  DATA EF, 1C, 20, EA, DB, 09, FE, BF
270  DATA 20, E2, C9
```

Q&Aコーナー

ＰＣ—8001は，ハード，ソフト共にすぐれた機能を持っていますが他の同系機種に比較して決定的にもの足りない点は，N— BASIC での音出し機能の不足でしょう。

他の機種を持っている友人達と各機種間の比較論争などを行うと，まっ先にやり玉に上げられるのが，N— BASIC に音楽演奏のための命令が無いことではないでしょうか？

もちろんハードを加えればこのような問題は無くなるのですが，ソフトウエアだけでもこの欠点を十分に補うことができるのです。

マシン語による電子オルガンはＴＫ—80などワンボード・マイコンのころからよく行われて来ましたのでここでは，マシン語での内蔵スピーカからの音出し（ＢＥＥＰ1）音消し（ＢＥＥＰ0）と一定時間の音出し（ＢＥＥＰ）のみを紹介します。レジスタの説明からは少しはずれるかもしれませんが，いろいろな応用が可能だと思いますので，学習が終わった時点で，もう一度見直して欲しいと思います。

ＰＣの内蔵スピーカは，出力ポート40Ｈの第５ビットによってコントロールすることができます。

つまりポート40Ｈに20Ｈを出力することによってＢＥＥＰ1の，００Ｈを出力することによってＢＥＥＰ0のそれぞれ代用ができるのです。

出力ポート40Ｈには，第５ビットのスピーカの他にも幾つかの周辺機器のコントロールに使用されているため，上の方法で勝手に他のビットを変えてしまえば他の動作に支障が起こるはずなのですが，ゲーム等の場合にはほとんど問題ありません。ちなみにN— BASIC インタプリタでは，他のビットを変えないように計算しています。

また，一定時間音を出すＢＥＥＰのマシン語はN— BASIC 内にサブルーチンが用意されていますので，それを利用するのが一番簡単でしょう。

ＢＥＥＰ，ＢＥＥＰ1，ＢＥＥＰ0共に実際のプログラムを第15図に示します。それぞれがＢＡＳＩＣの最も標準的な方法，マシン語と同じ方法，マシン語による方法に分けてありますので試してみてください。

サイレン

「ソフトのみで他機種の音楽演奏機能以上のことができる」と言われても「ほんとうかな？」と疑いたくなるのが人間の心理だと思いますので■16図に音出しのプログラム例として〝PC−8001の内蔵スピーカーによるアメパト・サイレン〟を紹介します。

なお，このプログラムは一応BASICのデータになっていて，BASICから入力，〝RUN〟を行いますがメモリ上に〝POKE〟された後は立派なマシン語ですから暴走させると取り返しのつかないことになります。短いプログラムですから入力し直しても大したことはないと思いますが，走らせる前に一度テープにセーブしておいた方がよいでしょう。

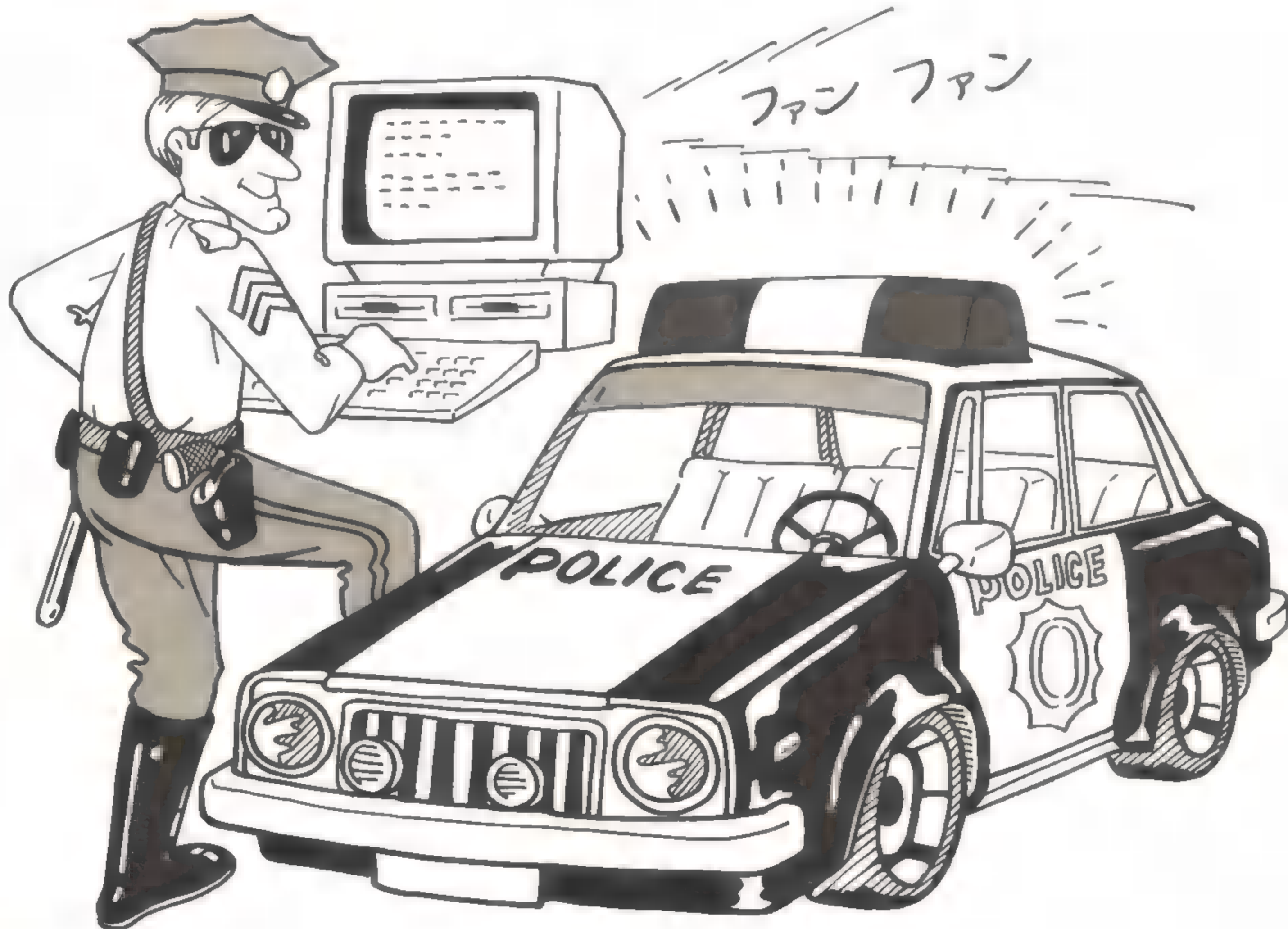
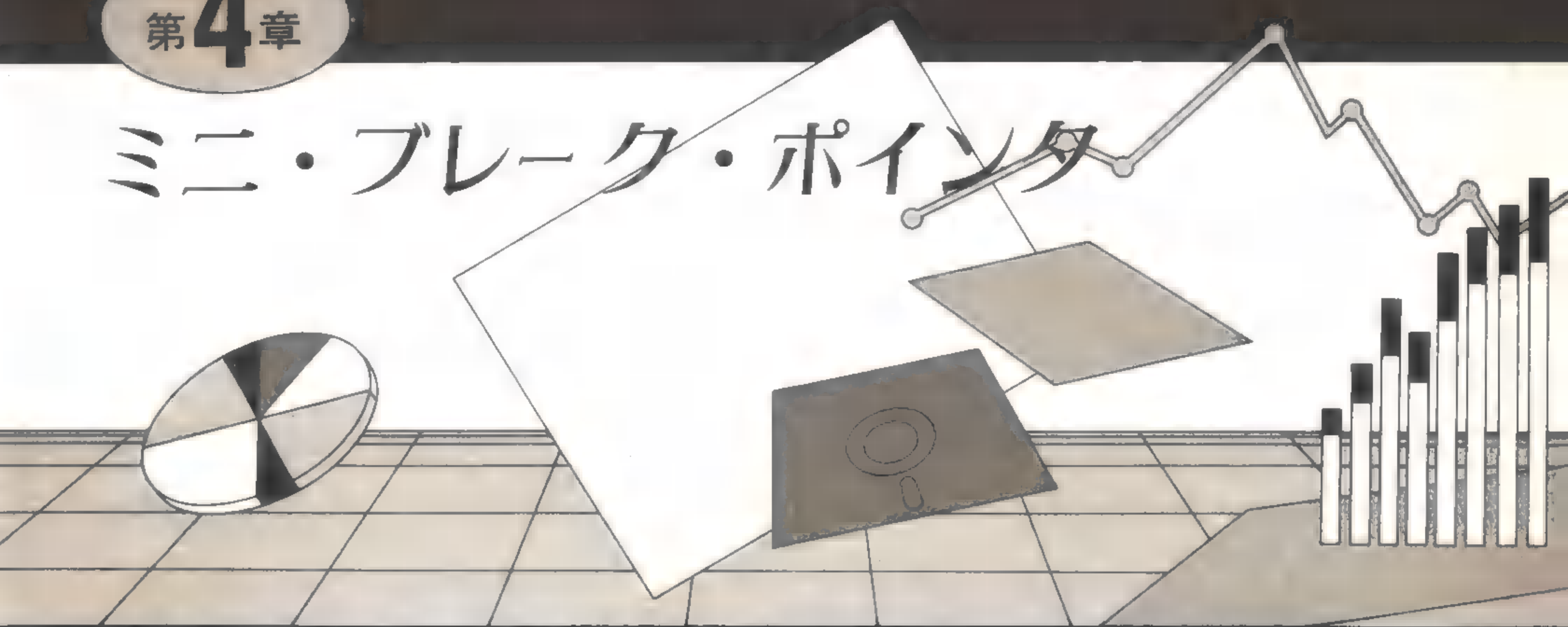
アメパト・サイレンは，〝SPACE〟バーを押すと鳴り止みます。

またこのプログラムでは，少しでも音をよくするためにと思い画面を消していますが，230行のマシン語データの始めから4個を００に変更すれば画面は消えなくなりますが，音は雑になります。

マシン語の００はニーモニックでは，〝NOP〟と書き，〝NO　OPERATION〟の略で，何もしないという事です。

230行最後の02をいろいろな値に変えてみると全体の速度が変化しますので，いろいろな音に変わりますからぜひ試してください。

まとめ

本章ではレジスタ群の簡単な紹介を行いました。次章では第1ブロックの総まとめとして，マシン語学習用のツールを紹介しましょう。

第4章 ミニ・ブレーク・ポインタ

前章までの内容で，マシン語とはどんなものか大方の見当は付けていただけたものと思います。

ここで，本章も含めた第1ブロックすべて，すなわち第1章から第4章までの簡単な内容を示しておきましょう。

第1章　コーディングの実際
　ＰＣ―8001のＶ―ＲＡＭ
　ニーモニック（アセンブリ言語）
第2章　アセンブルの実際
　ＰＣ―8001のメモリ・マップ
　N―BASICのCLEARコマンド
　アセンブルの実際
　マシン語のコーディング書式
　BASICとマシン語の組合せ
第3章　Ｚ80のレジスタ・セット
　Ｚ80の全レジスタ・セット
　マシン語による内蔵スピーカの制御
　アメリカン・パトロール・サイレン
第4章　ミニ・ブレーク・ポインタ
　ミニ・ブレーク・ポインタ
　マシン語によるWIDTHの設定
　マシン語によるCONSOLEの設定

さて，第2ブロックからはいよいよＺ80に用意された命令の数々を順を追って解説していくことになるわけですが一つ困った事があります。

ＰＣ―8001のマシン語モニタが，１Ｋバイトにも満たない超簡易型モニタで必要最少限の機能しか持っていないため，どうしてもマシン語を使って行く上では不便なのです。

個々の命令をＰＣ―8001に入力してその結果を調べてみるためには，最少限レジスタの値ぐらいは確認できなくてはなりません。

そこで第１ブロックの最終章では，初心者でも簡単に使用できるレジスタ表示プログラム"MINI BREAK POINTER"をソース・リスト付きで紹介し，その使い方を説明します。

入力方法

ＰＣ―8001の電源を入れた後"ＭＯＮC_R"でマシン語モニタに移し，"S"コマンドを使って第17図のダンプ・リストを全て入力してください。

チェック・サムなどは用意してありませんが，短いプログラムですからもう一度見直し，完全に間違いが無くなった時点で，カセット・テープにセーブしておいてください。１個所の入力ミスでも暴走する可能性がありますからよく注意してください。

《第17図》 MINI BREAK POINTER ダンプリスト

```
ED00 3A E3 F1 FE C3 CC 6C ED
ED08 3E 4A CD 79 ED E5 CD CA
ED10 5F 3E 50 CD 79 ED 22 94
ED18 ED 7E 32 93 ED 36 FF 3E
ED20 C3 32 E3 F1 21 41 ED 22
ED28 E4 F1 21 22 11 E5 F1 01
ED30 44 33 11 66 55 21 88 77
ED38 DD 21 AA 99 FD 21 CC BB
ED40 C9 FD E5 DD E5 E5 D5 C5
ED48 F5 CD CA 5F 06 06 E1 CD
ED50 C0 5E CD D4 5F 10 F7 E1
ED58 2B CD C0 5E CD D4 5F 21
ED60 00 00 39 CD C0 5E CD 6C
ED68 ED C3 66 5C 3A 93 ED 2A
ED70 94 ED 77 3E C9 32 E3 F1
ED78 C9 CD 57 02 21 00 00 CD
ED80 B9 5F FE 0D C8 CD 39 5E
ED88 38 F5 CD 57 02 CD 4B 5E
ED90 18 ED
```

使用方法

本章の様なプログラムは，普通のゲーム・プログラムなどと違って使い方を熟知しなければ意味がありませんからよく憶えてください。

まず〝GED00ⓒR〟を行いプログラムを走らせると〝J〟というプロンプトが出て入力待ちになります。ここで対象となるプログラムのスタート・アドレスを16進数で入力してやります。16進数関係のキー以外は無視されますが，STOP キーではマシン語モニタにもどり RETURN キーを押すと，入力が終了となります。

もし間違ったアドレスを入力した場合は，その後に続けて新しく入力すれば常に最後からの4桁が有効になります。

スタート・アドレスの入力が終了すると次に〝P〟のプロンプトが出て再度入力待ちになりますから，ここでは対象となるプログラムのどのアドレスにブレーク・ポイントを設定するかを，やはり16進数で入力します。

ブレーク・ポイントを入力すると，自動的に対象となるプログラムのスタート・アドレス（〝J〟の時に入力したアドレス）から実行を始め，ブレーク・ポイントの前で実行を停止してマシン語モニタのコマンド待ち（〝*〟表示）になりますが，その際に4桁の16進数8個をスペース（空白）をはさんでプリントします。

この8個の16進数が重要なわけで，これがブレーク・ポイントの手前の時点での各レジスタの値なのです。

左から，ＡＦ，ＢＣ，ＤＥ，ＨＬ，ＩＸ，ＩＹ，ＰＣ，ＳＰの各レジスタの値が表示されているはずですので，これによって各レジスタに，どんな値が入っているのかがわかるのです。

実際にはＡＦ'，ＢＣ'，ＤＥ'，ＨＬ'，Ｉ，Ｒの各レジスタが残っていますが，裏レジスタの値を見たい事はあまり多くありませんし，Ｉ，Ｒの両レジスタも必要ありません。何よりも，横40字モードの時の画面で1行に収めたかったために省略させていただきましたので御了承ください。表示するように改良する事は簡単にできます。

TEST PROGRAM

それでは，第18図のプログラムを例にして実際にブレーク・ポイントを設定してみましょう。

このプログラムは，ブレーク・ポインタのためのテストプログラムで，このプログラムを実行すると各レジスタは次のような値になります。

ＡＦ＝１１２２Ｈ
ＢＤ＝３３４４Ｈ
ＤＥ＝５５６６Ｈ
ＨＬ＝７７８８Ｈ
ＩＸ＝９９ＡＡＨ
ＩＹ＝ＢＢＣＣＨ
ＳＰ＝ＦＦＦＦＨ

しかし，ＰＣ－8001のモニタからは，このようにレジスタの値が変化したことを確認することができませんので，ブレークポイントを設定して各レジスタの値が本当に上記のようになっているのかを調べてみましょう。

《第18図》テストプログラム

```
                      ;****************
                      ;  TEST PROGRAM
                      ;****************
                      ;
                              ORG   0C030H
                      ;
C030 212211                   LD    HL,1122H
C033 E5                       PUSH  HL
C034 F1                       POP   AF
C035 014433                   LD    BC,3344H
C038 116655                   LD    DE,5566H
C03B 218877                   LD    HL,7788H
C03E DD21AA99                 LD    IX,99AAH
C042 FD21CCBB                 LD    IY,0BBCCH
C046 31FFFF                   LD    SP,0FFFFH
C049 C3665C                   JP    5C66H
                      ;
C04C                          END
```

まず第18図のテストプログラムのオブジェクト(マシン語)の部分を，C030H～C04BHまでに全て入力してください。

当然先程入力したブレーク・ポインタは入っているものとします。

次に"GED00CR"によってブレーク・ポインタを走らせます。

Jの表示には，テスト・プログラムの先頭アドレスである"C030CR"を，Pには，"C049CR"をそれぞれ入力すると，画面に各レジスタの値を表示してマシン語モニタにもどります。

これによって，テスト・プログラムが正常に動作しているのかを確認することができるのです。

この時，PC(プログラム・カウンタ)の値がC049と表示されますがこれによって，前章で説明した，プログラム・カウンタは常に現在実行している次のアドレスを指しているということを，実際に理解していただけたのではないかと思います。C049H番地にブレーク・ポイントを設定したという事は，C048H番地までを実行することですからその時点でプログラム・カウンタは，C049H番地を指しているわけなのです。

BREAK POINTERの注意

ブレーク・ポインタは，ED00H番地からの約150バイトに位置しています。皆さんもお気付きだと思いますが，ここは第2章で説明したフリー・エリアではないのです。そこで利点と欠点が生まれるわけですが，まず利点としては，フリー・エリアのどの部分に位置しているマシン語のプログラムに対してもブレーク・ポイントを設定することができる点です。

欠点として注意して欲しいのは，EC96H～ED95H番地はN－BASICの入力バッファなので約100文字以上からなる行をBASICから入力，修正すると，ブレーク・ポインタが壊されてしまう点で，そのような時は再度ロードしなければなりません。もちろんマシン語のみのプログラムを使っていれば問題ありません。

またこのプログラムでは，ROM上のプログラムにブレーク・ポイントを設定することはできませんが，これは，ブレーク・ポイントのアドレスに，FFHを書き込むことによって，レジスタの表示ルーチンへジャンプさせているからです。

各自による変更方法

このプログラムでは，入力時のプロンプトとしてJumpの"J"とbreak Pointの"P"を使用しまししたが，それぞれのキャラクタコードがＥD09H番地とＥD12H番地に入っていますので，ここに別のキャラクタコードを入れることによって簡単に変更することができます。

この他にもいろいろな改良点，改造点があると思いますので，ためしてみてください。

Q＆Aコーナー

このコーナーでは，マシン語による画面の初期設定の方法，つまりWIDTHやCONSOLEを切り換える方法を説明します。

何かむずかしそうに思えるかもしれませんがN−BASIC ROM内のサブルーチンを多用してできる限り簡単にまとめましたのでぜひ試してください。

◎WIDTHの切り換え方

まず，WIDTH㋐，㋑に切り換える場合を例に取って以下に手順を示します。

①，Bレジスタに㋐を入れる。

②，Cレジスタに㋑を入れる。

③，093AHからのサブルーチンを呼ぶ。

これだけでよいのです。①，②ではＬＤ命令を使って代入すればよく，③では，ＣＡＬＬ命令によってサブルーチンを呼べばよいのです。

具体的なプログラム例として，WIDTH 40，25に切り換えるプログラムを第19図に上げておきます。

◎CONSOLEの切り換え方

CONSOLE ㋐，㋑，㋒，㋓を切り換える場合の手順は，

①，EA 5 EH番地に，㋐＋１を入れる

②，EA 5 DHに，㋑−１を入れる

③，Ｂレジスタに，㋒を入れる（０又はFFH）

④，Ｃレジスタに，㋓を入れる（０又はFFH）

⑤，08F7 Hからのサブルーチンを呼ぶ

となります。この場合③，④で言う㋒，㋓はＢＡＳＩＣの時の０，１とは違っていますので注意が必要です。BASICで０の時は，０でよいのですが

《第19図》WIDTH40，25を切り換える一例

アドレス	オブジェクト	ニーモニック		コメント
C100	06　28	LD	B，28H	Bレジスタに40を入れる
C102	0E　19	LD	C，19H	Cレジスタに25を入れる
C104	CD　3A　09	CALL	093AH	093AHからのサブルーチンを呼ぶ
C107	C3　66　5C	JP	5C66H	マシン語モニタにジャンプする

《第20図》CONSOLE 0，25，0，1を切り換える一例

アドレス	オブジェクト	ニーモニック		コメント
C100	3E　01	LD	A，01H	EA5EH番地に１を入れる
C102	32　5E　EA	LD	(EA5EH)，A	
C105	3E　18	LD	A，18H	EA5DH番地に24を入れる
C107	32　5D　EA	LD	(EA5DH)，A	
C10A	06　00	LD	B，00H	Bレジスタに00Hを入れる
C10C	0E　FF	LD	C，FFH	CレジスタにFFHを入れる
C10E	CD　F7　08	CALL	08F7	08F7Hからのサブルーチンを呼ぶ
C111	C3　66　5C	JP	5C66H	マシン語モニタにジャンプする

BASICで1の時はFFHとなります。

第20図に，CONSOLE 0，25，0，1に切り換える場合のプログラムをあげておきます。

以上，N—BASIC ROM内のサブルーチンを使えば比較的簡単に画面設定ができるのですが，幾つか注意しなければならない点があります。

間違ったパラメータを渡した場合，例えば，WIDTH 90，130やCONSOLE 90，30，5，7等を実行してしまった時にどうなるかは保障されません。暴走の危険すらありますから，このようなことが無いように十分なチェックを行ってください。パラメータを省略した時などもよく上記のような状態になることがありますので省略することもできません。

◎マシン語モニタへのジャンプ方式

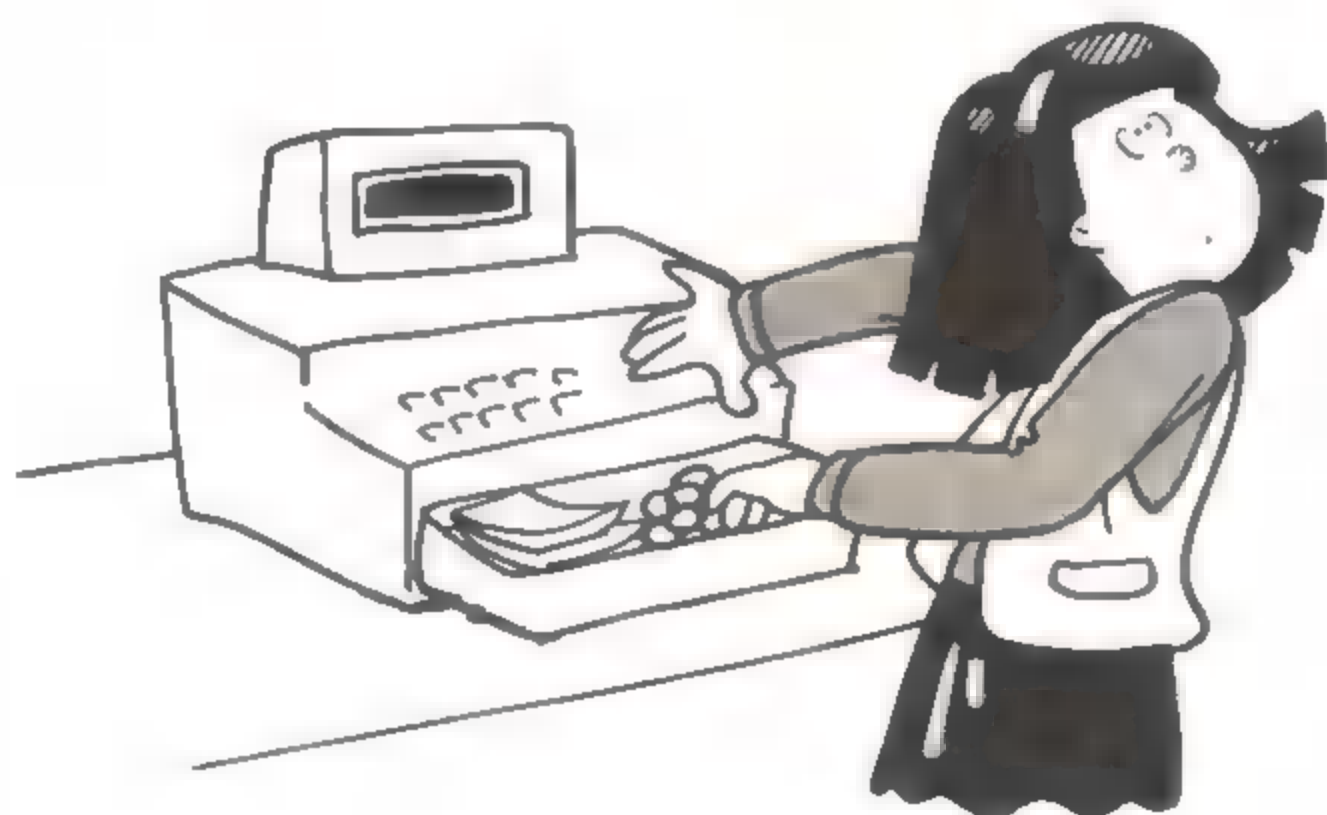
第18図，第19図，第20図のプログラムの最後に"JP 5C66H"で5C66H番地にジャンプしていますが，5C66H番地はマシン語モニタのスタート・アドレスですので，プログラムの最後にこの命令を書いておけばマシン語モニタのコマンド待ちになって便利です。

前章までは"HALT"命令を使っていましたが，リセット・スイッチを押すのは精神衛生上もよくないので今後，プログラムの最後は，モニタにもどすようにしました。

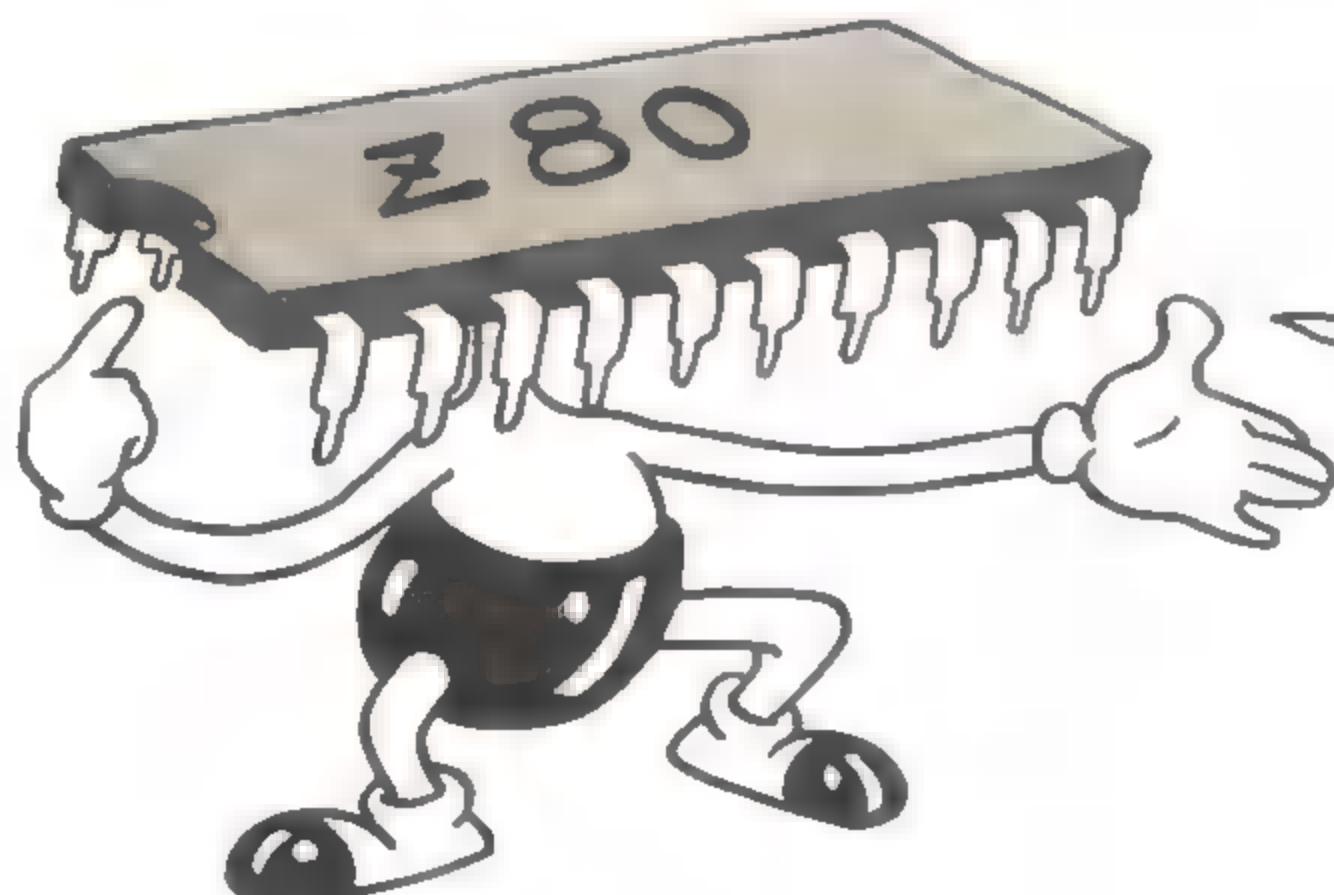
ちなみにN—BASICからUSR関数によって呼び出す場合は前章の様にRET命令（C9）を使ってください。

まとめ

マシン語に限らずプログラムを作れるようになるためには自分で個々の命令を試してみることだと思います。どんなプログラムでも結構ですからぜひ自分のPC—8001に入力して走らせ，ブレーク・ポイントを設定してみてください。絶対マシン語に対する興味が倍増することを確信しています。

AF	BD	DE	HL	IX	IY	SP
1122	3344	5566	7788	99AA	BBCC	FFFF

《第21図》MINI BREAK POINTER ソースリスト

```
                    ;******************************
                    ;  MINI BREAK POINTER Ver 7.0
                    ;******************************
                    ;
                            ORG   0ED00H
                    ;
0257                DSPCHR:EQU   0257H          ; display a character
5FB9                INCHR: EQU   5FB9H          ; wait and input a character
5C66                MONJMP:EQU   5C66H          ; entry address of monitor
5E39                HEXCHK:EQU   5E39H          ; check hexa code or not
5E4B                BINCV4:EQU   5E4BH          ; convert and shift binary code
5EC0                HEXOUT:EQU   5EC0H          ; display address
5FCA                CRLF:  EQU   5FCAH          ; display cr code and lf code
5FD4                SPCOUT:EQU   5FD4H          ; display a space
                    ;
ED93                BKWAIT:EQU   0ED93H         ; content of break point
ED94                BPWAIT:EQU   0ED94H         ; address of break point
                    ;
F1E3                RSTART:EQU   0F1E3H         ; fook address restart
                    ;
                    ;-------------------------------
                    ;  input address section
                    ;-------------------------------
                    ;
ED00 3AE3F1                 LD    A,(RSTART)
ED03 FEC3                   CP    0C3H
ED05 CC6CED                 CALL  Z,RESET
                    ;
ED08 3E4A                   LD    A,'J'
ED0A CD79ED                 CALL  HEX4IN
ED0D E5                     PUSH  HL
ED0E CDCA5F                 CALL  CRLF
ED11 3E50                   LD    A,'P'
ED13 CD79ED                 CALL  HEX4IN
                    ;
ED16 2294ED                 LD    (BPWAIT),HL
ED19 7E                     LD    A,(HL)
ED1A 3293ED                 LD    (BKWAIT),A
ED1D 36FF                   LD    (HL),0FFH
                    ;
ED1F 3EC3                   LD    A,0C3H
ED21 32E3F1                 LD    (RSTART),A
ED24 2141ED                 LD    HL,MAIN
ED27 22E4F1                 LD    (RSTART+1),HL
                    ;
ED2A 212211                 LD    HL,1122H
ED2D E5                     PUSH  HL
ED2E F1                     POP   AF
ED2F 014433                 LD    BC,3344H
ED32 116655                 LD    DE,5566H
ED35 218877                 LD    HL,7788H
ED38 DD21AA99               LD    IX,99AAH
ED3C FD21CCBB               LD    IY,0BBCCH
                    ;
ED40 C9                     RET
                    ;
                    ;-------------------------------
                    ;  display registers section
                    ;-------------------------------
                    ;
ED41 FDE5           MAIN:   PUSH  IY
ED43 DDE5                   PUSH  IX
ED45 E5                     PUSH  HL
```

```
ED46 D5                  PUSH DE
ED47 C5                  PUSH BC
ED48 F5                  PUSH AF
               ;
ED49 CDCA5F              CALL CRLF
ED4C 0606                LD   B,6
ED4E E1        LOOP:     POP  HL
ED4F CDC05E              CALL HEXOUT
ED52 CDD45F              CALL SPCOUT
ED55 10F7                DJNZ LOOP
ED57 E1                  POP  HL
ED58 2B                  DEC  HL
ED59 CDC05E              CALL HEXOUT
ED5C CDD45F              CALL SPCOUT
ED5F 210000              LD   HL,0
ED62 39                  ADD  HL,SP
ED63 CDC05E              CALL HEXOUT
               ;
ED66 CD6CED              CALL RESET
ED69 C3665C              JP   MONJMP
               ;
               ;------------------------------
               ;  subroutines
               ;------------------------------
               ;
               ;  clear the break point subroutine
               ;
ED6C 3A93ED    RESET: LD    A,(BKWAIT)
ED6F 2A94ED           LD    HL,(BPWAIT)
ED72 77               LD    (HL),A
ED73 3EC9             LD    A,0C9H
ED75 32E3F1           LD    (RSTART),A
ED78 C9               RET
               ;
               ;  input address subroutine
               ;
ED79 CD5702    HEX4IN:CALL DSPCHR
ED7C 210000           LD    HL,0
ED7F CDB95F    NEXTIN:CALL INCHR
ED82 FE0D             CP    0DH
ED84 C8               RET   Z
ED85 CD395E           CALL  HEXCHK
ED88 38F5             JR    C,NEXTIN
ED8A CD5702           CALL  DSPCHR
ED8D CD4B5E           CALL  BINCV4
ED90 18ED             JR    NEXTIN
               ;
ED92                  END
```

CPU マイクロプロセッサの流れ その1 専用機の時代

マイクロプロセッサの誕生

最も古いマイクロプロセッサ（ＣＰＵ）は，４ビットの4004（ｉ4004）だといわれています。4004は，インテル社が電卓用に設計して，1971年12月に発表されましたが，このＣＰＵが我国の中小企業であったビジコン社によって発案された事実も有名です。

しかし，この4004も突如として世にでたわけではありません。アメリカの半導体メーカーでは，早くから論理回路中にプログラムを置いて，いわゆるコンピュータのような使い方をしようとする動きが進行していました。実際に，このような動きからは，フェアチャイルド社のＰＰＳ－25という電卓向けのＬＳＩセットが生まれています。

このＰＰＳ－25は，25ビットのレジスタを４本並列に処理することができた上，アセンブラやシミュレータ等の開発システムも十分に完備しており，現在のマイクロコンピュータのはしりともいえる性格を有していました。それにもかかわらず途中でその座をインテル社の製品群にゆずってしまったのは，各レジスタがＢＣＤコード表現になっているなどの理由によって電卓用以外の使用目的を全く認めなかったことが原因なのでしょう。簡単にいえば，発展性がなかったということです。

事実ＰＰＳ－25は，我国を中心として数社の電卓に用いられた後，間も無く市場から姿を消しました。しかし，ＰＰＳ－25のアーキテクチャは，その後しばらくの間はヒューレットパッカード社の関数電卓用ＬＳＩセットに受け継がれていました。

これに対して，先の4004は，ＢＣＤコードの１桁を処理するのが精一杯の４ビット並列処理です。ハードウエア面から見たアーキテクチャも欠点だらけで，ＰＰＳ－25と比べたら，まるで玩具のような代物といってもよいでしょう。

したがって，4004では４ビットを越える演算処理に関しては，すべてソフトウエアによって面倒を見なければなりませんでした。これは，Ｚ80で16ビットを越える加算を行う場合に，キャリー・フラグの内容に注意しながら少しずつ加算を行っていくようなものです。

しかし，このことが，かえって4004に融通性を持たせました。

当初インテル社は，ビジコン社との契約があったため，4004を含むＬＳＩセット（ＭＣＳ－４）を電卓以外の用途にのみ使用するという条件で市販しました。

4004は従来のＬＳＩでは考えられなかった融通性を認められ，ソフトウエア次第では何でもできるというすばらしい評価を受けたのです。

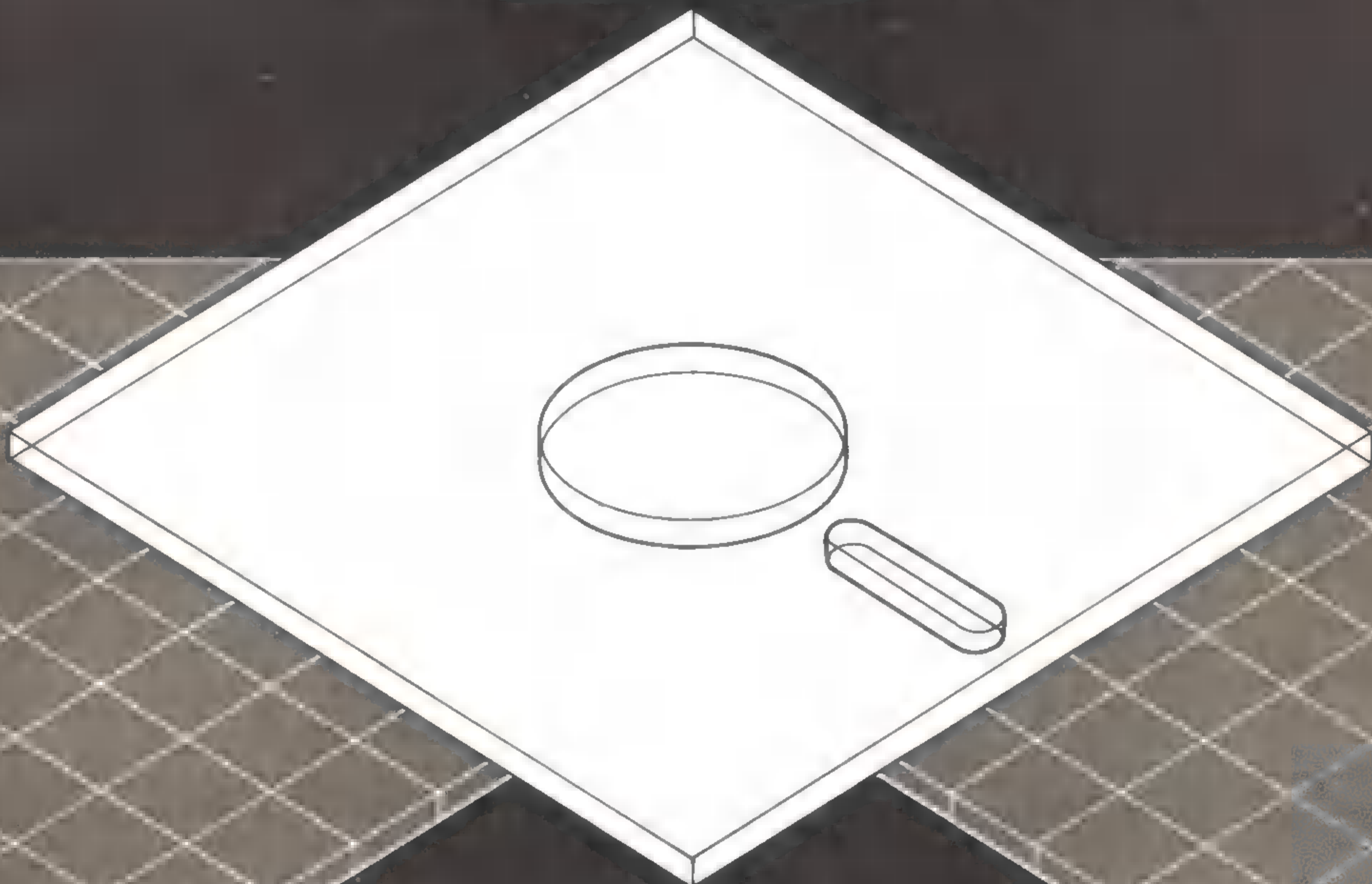
8008

次にインテル社は，コンピュータの端末用として８ビットの8008（ｉ8008）を開発しました。

8008は，米データポイント社というコンピュータの端末機を製造している会社の依頼でインテル社が開発を進めていたのですが，データポイント社が要求していた実行速度に比較して非常に低速であったため同社は採用をあきらめました。

そこで，途中から日本の精工舎が自社で製造しているパーソナル・コンピュータに，8008を採用したのです。

こうして，8008は最初の８ビットＣＰＵとして世に出されたのですが，主に実行速度と汎用性の問題から十分な満足が得られるまでにはいたりませんでした。

インテル社	ザイログ社	ＤＥＣ社	モトローラ社	ＭＯＳ テクノロジー社	
4004 ↓					4ビットCPU
8008 ↓					8ビットCPU

第2ブロック

Z80の
インストラクション・セットI

第5章 8ビット・ロード命令

第2ブロックからはＺ80に用意されたすべての命令を解説しますが，本章ではBASICのＬＥＴ命令に当たるロード命令，その中でも８ビット（１バイト）の数値のみを扱うための８ビット・ロード命令を紹介します。

ロード命令は基本となる命令ですので簡単な命令ですが，よく覚えておいて欲しいと思います。又，ロード命令さえわかれば，あとの命令はそのバリエーションであると言っても過言ではないと思います。

8ビットロード命令

◎1バイトのレジスタ間で8ビットの情報を送る命令

ＢＡＳＩＣでは，

ＬＥＴ　Ｃ＝Ｄ　（ＬＥＴは普通省略）

が，この命令に当たり，単にレジスタ間で数値を送るだけのロード命令で，この種の命令の内でも最も単純な部類に入る命令です。ニーモニックは，

ＬＤ　第１オペランド，第２オペランド

の書式で書き，第２オペランドの内容がそのまま第１オペランドに代入され，各オペランドには，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｈ，Ｌの各レジスタを入れる事ができます。例えば，

ＬＤ　Ｂ，Ｃ

とすればＣレジスタに入っていた数値がＢレジスタに入ります。もちろんＣレジスタの内容は変化しませんし，他のレジスタにも全く影響を与えません。

ＬＤ　Ａ，Ａ　や　ＬＤ　Ｃ，Ｃ

のような意味のない命令も実行できますがこれは，ＣＰＵを作る過程で発生してしまったもので時間かせぎの時ぐらいにしか使用されません。

◎レジスタに8ビットの数値を直接代入する命令

この命令も前の命令と同じ様に，

ＬＤ　第１オペランド，第２オペランド

という書式で書きます。もともとロード命令には，情報を送る側と受け取る側が必要ですから，どのロード命令にもオペランドは，二つ存在します。

この命令の場合の第１オペランドには，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｈ，Ｌのどれかのレジスタが入り，第２オペランドには，第１オペランドに書いたレジスタに代入したい８ビットの数値を直接書きます。例えばＡレジスタに16進数の55Ｈを代入したければ，

ＬＤ　Ａ，55Ｈ

となります。アセンブルするときには，必ず２バイトの命令になり，２バイト目には，第２オペランドをそのまま割り当てます。上の命令をE000Ｈ番地からにアセンブルすると，

Ｅ000　　３Ｅ　55　　ＬＤ　Ａ，55Ｈ
（アドレス　オブジェクト　ニーモニック）

となります。

◎HLレジスタ対によるアドレス修飾

Ｎ－ＢＡＳＩＣなどを使ってプログラムを作っている場合には、まず変数が足りなくなることは有りません。しかし，TINY BASIC が登場した時には，Ａ～Ｚまでの26個しか変数が使えず配列が取れないものもあり，簡単なプログラムなどを組む時にも変数が足りなくならないように気を使わなければならず，変数表などを作ってからプログラムを組み始めたものです。

まして，マシン語のレジスタを変数の変わりに使おうと思えば，表レジスタを考えると，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｈ，Ｌの７個，２バイトのレジスタ対として考えれば，ＢＣ，ＤＥ，ＨＬの３組しか使用できないことになります。

このように考えると，変数＝レジスタ(対)と考えて来たのは間違いであった事に気付くはずです。確かに，レジスタは，変数と同じ働きをしますが，数が全然足りないのです。

短いテスト・プログラムなどを組む時には，レジスタのみで足りる事もありますが，通常のプログラムの場合は，変数(単純変数・配列変数)は，全てメモリ上に置いておくのです。もし，その数値が必要になった場合には，メモリ上からレジスタへ持って来て，参照するなり計算を行うなりした後，またメモリ上へもどしておきます。このように変数を置いてある領域を通常ワーク・エリアなどと言って，プログラム・エリアと区別します。

話は変わりますが，マシン語を使ってテレビ画面上にキャラクタを表示したり，グラフィックで何かのパターンなどを描く場合には，ビデオ・ラム上にそれなりのキャラクタ・コードなり，グラフィック・パターンなりを転送しなければなりません。

以上の点のみを考えても，レジスタ間で数値を扱うだけでは問題があり，どうしてもメモリとレジスタの間で数値の転送を行う命令が不可欠な事がわかっていただけると思います。しかもその転送はかなり能率的に行えなければなりませんので前回までのように，

ＬＤ（Ｆ300Ｈ），Ａ

という命令では，そのたびごとにアドレスを指定しなければなりませんから不便です。

そこで考えられるのが，２バイトのレジスタ対を使ってメモリを指定する方法です。どのレジスタ対をアドレス指定専用に使うかですが，最も２バイトの数値に関しては機能の豊富なＨＬレジスタ対が，8080ＣＰＵの頃からよく使われます。

上記のＦ300Ｈ番地にＡレジスタの内容を送るための命令を、ＨＬレジスタ対をアドレス指定に使ってプログラムにすると，

ＬＤ　　ＨＬ，Ｆ300Ｈ
ＬＤ　　（ＨＬ），Ａ

の，２ステップの命令になります。先程の１ステップの命令に対してわざわざ２ステップにして複雑にしたように思えるかもしれませんが，後者の方が全然応用範囲が広がった事に注目してください。

例えば，Ｆ300Ｈ番地からの10バイトにＡレジスタの内容を送りたい時などは，前の方法だと同じような命令を10個続けて使わなければなりませんが，後者の方法ならＢＡＳＩＣのFOR～NEXTループのようなものを作って，ＨＬレジスタ対の値を一つずつ増加させながら次々に代入して行く事も可能です。

以上の様にＨＬレジスタ対を使ってアドレスを指定し，そのメモリと各レジスタの間で１バイトの数値を転送する事ができるのですが，以下の書式でニーモニックを書きます。

ＬＤ　　第１オペランド，（ＨＬ）
ＬＤ　　（ＨＬ），第２オペランド

上の場合は，ＨＬレジスタ対で指定するメモリから第１オペランドに書いたレジスタへの転送，下の場合はその逆で第２オペランドに書いたレジスタからメモリへの転送です。（ＨＬ）以外のオペランドには，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｈ，Ｌの各レジスタが使えますが，他に16進の数値を直接メモリ上に送る事ができます。

二～三例を上げますと，

ＬＤ　　Ｃ，（ＨＬ）……………………㋑
ＬＤ　　（ＨＬ），Ｅ……………………㋺
ＬＤ　　（ＨＬ），55Ｈ…………………㋩

などがあります。

㋑の場合には，ＨＬレジスタ対が指すメモリの

内容がCレジスタに送られますが，㋺は，その逆にEレジスタの値がHLレジスタ対が指しているメモリに送られます。㋩が，メモリ上に直接数値を送る例で，この場合は16進数の55Hが送られ，この場合だけはアセンブルする際に2バイトの命令とし，2バイト目に第2オペランドの数値（この例では55H）を割り当てます。

HLレジスタ対をアドレス指定に使う時注意する事は，HLレジスタ対には事前にアドレスを入れておかなければならない点です。

　　LD　　HL，アドレス

を使えばよいのですが，これを忘れると関係ないアドレスとの間で数値を転送してしまう事になります。

◎HLレジスタ対以外によるアドレス修飾

Z80では，HL以外のレジスタ対，例えばBCレジスタ対やDEレジスタ対を使ってアドレスを指定することができますが，その場合はAレジスタとの間でしかロード命令が実行できません。

　　LD　　(DE)，A
　　LD　　A，(BC)

などだけが使用できます。

又，8080時代には無かったIX，IYのインデックスレジスタをHLレジスタ対のように使って，より便利にメモリ上の数値群を扱うこともできますが，アセンブルをする時点で多少テクニックが必要なため，本章では省略さていただきます。興味のある方やアセンブラを使用している方は一度調べてみるとよいでしょう。

◎他のロード命令

他にもAレジスタとI，Rの各レジスタの間のロード命令もありますが，この命令を使うことはほとんど無いと思いますので，この命令の存在ぐらいを知っておけばよいと思います。

8ビットのロード命令のみを使ったプログラム例

それでは今説明した8ビットのロード命令を使って幾つかのプログラムを組んでみることにしましょう。

ロード命令のみではループ処理ができませんので，大した事はできませんが二つ程例をあげておきます。

前章で紹介した"MINI BREAK POINTER"などを使えば，各レジスタ内の値を直接調べることが可能なのですが，まだ入力していない方もいるかもしれませんので，結果は出来る限りメモリ上か画面上（これもV－RAM上ですが）に出して確認できるようにしました。

「マイコンシ」表示プログラム

このプログラムは，画面左上から，"マイコンシ"と表示するためのプログラムです。ただし80字×25行モードにしていない場合は，一文字おきに，"マコシ"と表示され，"イ"と"ン"が表示されませんので80字モードとし，COLORも確認できる値に設定して画面をクリアしておいてから実行してください。

このプログラム全体では，F300H～F304H番地の5バイトに，マ～シのキャラクタ・コードをロードすることによって，表示を実現しています。何度もくり返し説明しましたがPC－8001のF300H番地はV－RAMの開始アドレスになっていて，そこから書き込まれたキャラクタ・コードに対応したキャラクタがテレビ画面上に表示されます。

それでは，第22図を行を追ってみて行きましょう。まず，

　　LD　　A，CFH

によってAレジスタに16進数のCFHを代入していますが，このCFHは"マ"のキャラクタ・コードです。キャラクタ・コードを調べるには，N－BASICリファレンス・マニュアルや**第3図**を参照してください。アセンブラなどを使ってアセンブルする場合には，わざわざキャラクタ・コードを調べなくても，

　　LD　　A，"マ"
　　LD　　A，'マ'

などと入力すれば自動的に16進数のキャラクタ・コードに変換されるものもあります。

《第22図》「マイコンシ」表示

アドレス	オブジェクト	ニーモニック	コメント

D000
D002
D004
D006
D008
	3E CF
	06 B2
	0E BA
	16 DD
	1E BC
		LD A, CFH
		LD B, B2H
		LD C, BAH
		LD D, DDH
		LD E, BCH
			A←'マ'
			B←'イ'
			C←'コ'
			D←'ン'
			E←'シ'

D00A	32 00 F3	LD (F300H), A	マ
D00D D010	21 01 F3 70	LD HL, F301H LD (HL), B	イ
D011 D014	21 02 F3 71	LD HL, F302H LD (HL), C	コ
D015 D018	21 03 F3 72	LD HL, F303H LD (HL), D	ン
D019 D01C	21 04 F3 73	LD HL, F304H LD (HL), E	シ
D01D	C3 66 5C	JP 5C66H	モニタへ ジャンプ！

キャラクタ→キャラクタ・コード対応表

マ→CFH	イ→B2H	コ→BAH	ン→DDH
シ→BCH	テ→C3H	゛→DEH	ハ→CAH
゜→DFH	フ→CCH	ヤ→ACH	

話が少しそれましたが，今Aレジスタに“マ”のキャラクタ・コードであるCFHを入れたように，B，C，D，Eの各レジスタにそれぞれ“イ”，“コ”，“ン”，“シ”のキャラクタ・コードである，B2H，BAH，DDH，BCHを代入します。

LD　(F300H)，A

によって，F300H番地にAレジスタの内容を移していますが，これでV－RAMの先頭番地にCFHが入り，テレビ画面の左上に“マ”というキャラクタ（文字）が表示されたことになります。

その後からは，HLレジスタ対をアドレス指定に使用しています。HLレジスタ対にF300Hを入れた後，今度はHLレジスタ対が指すアドレス(＝F301H番地)にBレジスタの内容を移していますが，これでF301H番地に“イ”のキャラクタ・コードであるB2Hが入りテレビ画面には，“マ”に続いて“イ”の文字が表示された事になります。

あとは，“イ”を表示したのと全く同じ方法で次々に残りの“コンシ”をV－RAM上に送り込んでやります。

JP（ジャンプ）　5C66H

で，マシン語モニタのコマンド待ちにもどっています。

かなり長々と説明しましたが，実際はほんの一瞬の間です。もっともBASICで，“マイコンシ”とプリントさせても「あっ！」という間にプリントしますからマシン語で表示させれば少なくともBASICよりは速いはずですね。

「デンパシンブンシャ」表示プログラム

第22図では，HLレジスタ対によるアドレス指定や他のレジスタの機能を確認するために，Z80の全表レジスタ・セットをフルに使用しましたが，今度は同じような内容のプログラムをAレジスタだけを使って組んでみました。

第23図を実行させるとテレビ画面上に，

テ゛ンハ゜シンフ゛ンシャ

と表示しますが，これもV－RAM上にキャラクタ・コードを送っているだけです。

このプログラムでは，Aレジスタのみしか使いませんので，キャラクタ・コードをAレジスタに入れてはV－RAM上の適当な位置に転送するという事を文字数回くり返しています。おそらく第22図よりわかり易いプログラムになっているのではないでしょうか？

一応参考のために同じプログラムを40字モード用に変更したものを第24図としてあげておきます。F300H→F302H→F304HとV－RAMを2番地おきに使っているのがよくわかると思います。

まとめ

以上8ビットのロードを紹介しましたがいかがだったでしょうか。

また，ここで紹介したプログラム例ですが，この他にもいろいろな応用が可能だと思います。ロード命令の復習も兼ねて自分の名前や住所，好きな絵などを画面に表示させてはいかがでしょうか

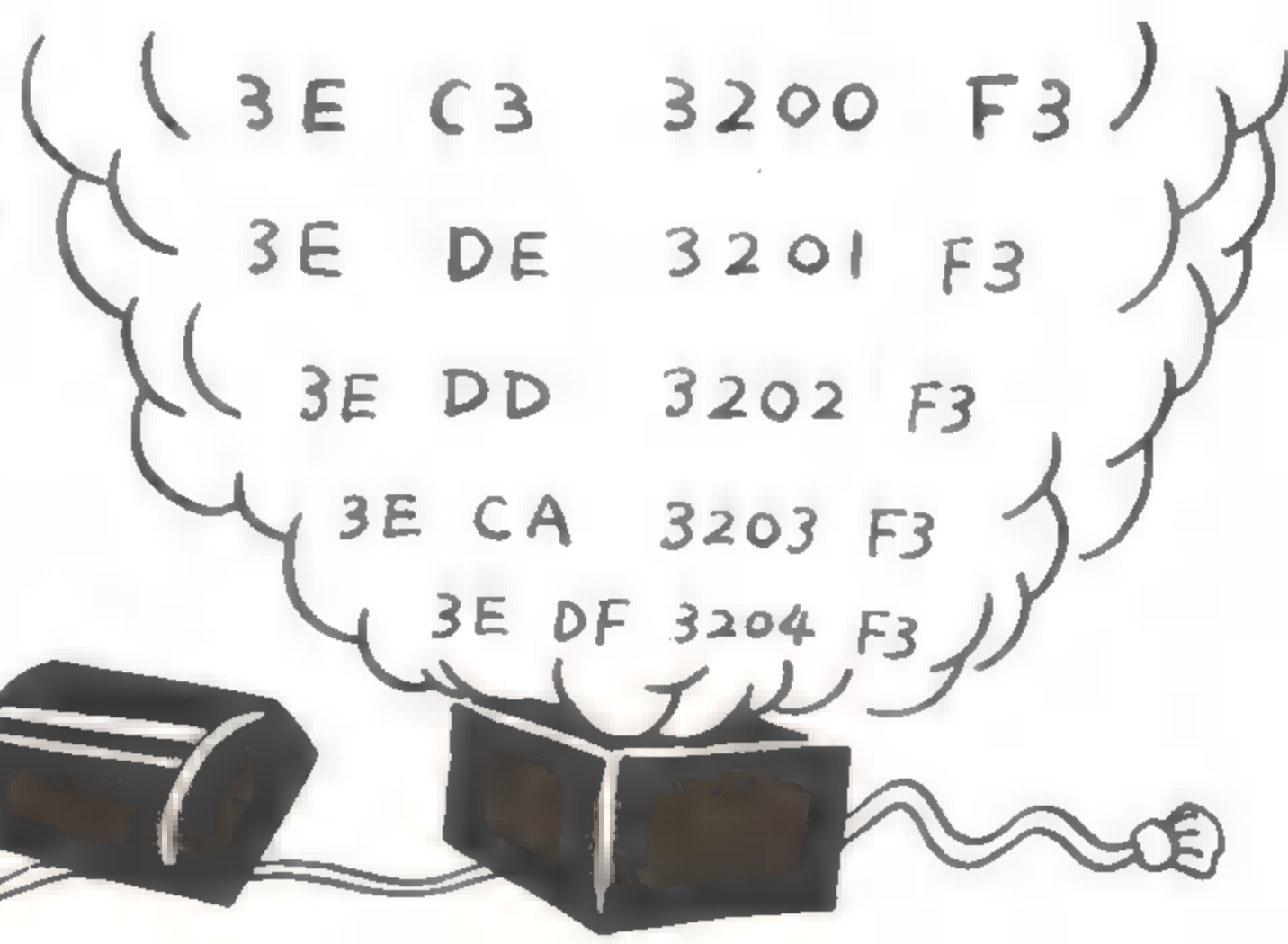
《第23図》
「デンパシンブンシャ」表示

アドレス	オブジェクト	ニーモニック	コメント
D000 D002	3E C3 32 00 F3	LD A, C3H LD (F300H), A	テ
D005 D007	3E DE 32 01 F3	LD A, DEH LD (F301H), A	゛
D00A D00C	3E DD 32 02 F3	LD A, DDH LD (F302H), A	ン
D00F D011	3E CA 32 03 F3	LD A, CAH LD (F303H), A	ハ
D014 D016	3E DF 32 04 F3	LD A, DFH LD (F304H), A	゜
D019 D01B	3E BC 32 05 F3	LD A, BCH LD (F305H), A	シ
D01E D020	3E DD 32 06 F3	LD A, DDH LD (F306H), A	ン
D023 D025	3E CC 32 07 F3	LD A, CCH LD (F307H), A	フ
D028 D02A	3E DE 32 08 F3	LD A, DEH LD (F308H), A	゛
D02D D02F	3E DD 32 09 F3	LD A, DDH LD (F309H), A	ン
D032 D034	3E BC 32 0A F3	LD A, BCH LD (F30AH), A	シ
D037 D039	3E AC 32 0B F3	LD A, ACH LD (F30BH), A	ャ
D03C	C3 66 5C	LD 5C66H	モニタへジャンプ!

《第24図》40文字モード用
「デンパシンブンシャ」表示

アドレン	オブジェクト	ニーモニック	コメント
D000 D002	3E C3 32 00 F3	LD A, C3H LD (F300H), A	テ
D005 D007	3E DE 32 02 F3	LD A, DEH LD (F302H), A	゛
D00A D00C	3E DD 32 04 F3	LD A, DDH LD (F304H), A	ン
D00F D011	3E CA 32 06 F3	LD A, CAH LD (F306H), A	ハ
D014 D016	3E DF 32 08 F3	LD A, DFH LD (F308H), A	゜
D019 D01B	3E BC 32 0A F3	LD A, BCH LD (F30AH), A	シ
D01E D020	3E DD 32 0C F3	LD A, DDH LD (F30CH), A	ン
D023 D025	3E CC 32 0E F3	LD A, CCH LD (F30EH), A	フ
D028 D02A	3E DE 32 10 F3	LD A, DEH LD (F310H), A	゛
D02D D02F	3E DD 32 12 F3	LD A, DDH LD (F312H), A	ン
D032 D034	3E BC 32 14 F3	LD A, BCH LD (F314H), A	シ
D037 D039	3E AC 32 16 F3	LD A, ACH LD (F316H), A	ャ
D03C	C3 66 5C	JP 5C66H	モニタへジャンプ!

その時の参考にと思い，ニーモニック←→マシン語の対応表より8ビット・ロード命令の項（第25図）をあげておきますので，自分でロード命令を使ってみてください。

次章では，16ビットの数値を一度に転送するための16ビット・ロード命令を紹介します。そろそろ皆さんもマシン語がどんなものかが分かりかけて来たのではないかと思います。

《第25図》 μCOM−82ニーモニック←→機械語対照表（8ビット・ロード命令）

×	I	R	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(BC)	(DE)	(IX+d)	(IY+d)	(nn)	n
LD A, ×	ED 57	ED 5F	7F	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	0A	1A	DD 7E d	FD 7E d	3A n n	3E n
LD B, ×			47	40	41	42	43	44	45	46			DD 46 d	FD 46 d		06 n
LD C, ×			4F	48	49	4A	4B	4C	4D	4E			DD 4E d	FD 4E d		0E n
LD D, ×			57	50	51	52	53	54	55	56			DD 56 d	FD 56 d		16 n
LD E, ×			5F	58	59	5A	5B	5C	5D	5E			DD 5E d	FD 5E d		1E n
LD H, ×			67	60	61	62	63	64	65	66			DD 66 d	FD 66 d		26 n
LD L, ×			6F	68	69	6A	6B	6C	6D	6E			DD 6E d	FD 6E d		2E n
LD(HL), ×			77	70	71	72	73	74	75							36 n
LD(BC), ×			02													
LD(DE), ×			12													
LD(IX+d), ×			DD 77 d	DD 70 d	DD 71 d	DD 72 d	DD 73 d	DD 74 d	DD 75 d							DD 36 d n
LD(IY+d), ×			FD 77 d	FD 70 d	FD 71 d	FD 72 d	FD 73 d	FD 74 d	FD 75 d							FD 36 d n
LD(nn), ×			32 n n													
LD I, ×			ED 47													
LD R, ×			ED 4F													

第6章

16ビット・ロード命令Ⅰ

はじめに

8ビット・ロード命令はいかがだったでしょうか？

そろそろ，マシン語の単調さにあきが来てやめたくなった皆さんもいらっしゃるかもしれませんが，もう少し待ってください。確かにマシン語の命令一つ一つを取ってＢＡＳＩＣのものと比べれば，はるかに単純でおもしろ味の無いものかもしれませんが，その単純な命令を組み合わせていかに複雑な働きをさせるかがマシン語の醍醐味でもあるのです。PASCALもFORTRANもCOBOLも全てマシン語で動いているのです！

第６章の概要

本章では16ビット・ロード命令を説明します。主な働きは８ビット・ロード命令と同じですからそれほど考えなくても理解できると思います。

後半では，スタックを使ったレジスタ退避命令を説明しますがこれもスタックとレジスタ（対）との間のロード命令と考える事ができますので本章の内容の中に加えさせていただきました。

16ビット・ロード命令

◎16ビットのレジスタ(対)に直接数値を代入する命令

この命令は，16ビットのレジスタ（対）に16ビットの数値を代入するだけの働きをするものですが，マシン語を使ってプログラムを組んで行く上では，最も多く使用する命令の一つだと思います。

本書の冒頭でも登場した

　　ＬＤ　　ＨＬ，Ｆ300Ｈ

も同じ種類の命令で，ＨＬレジスタ対に16進数のF300Hを代入しています。この時当然の事ですがＨレジスタにはＦ３Ｈが，Ｌレジスタには００Ｈがそれぞれ代入されます。

同じようにして，ＢＣ，ＤＥ，ＨＬ，ＳＰ，ＩＸ，ＩＹ，の各レジスタ（対）に直接数値を代入することができます。

また，この命令をアセンブルすると3～4バイトのオブジェクト・コードとなりその中の後２バイトには直接代入したい16ビットの数値の上位８ビットと下位８ビットを逆転したものを割り当てます。

説明だけでは解りにくいと思いますが実際にいくつかの命令をアセンブルしてみればすぐわかるでしょう。

まず先程の命令をE000Hからのマシン語にアセ

ンブルすると，

　　アドレス　　オブジェクト（16進）
　　E000　　21　00　F3

となります。この場合始めの〝21〟は，HLレジスタ対に16ビットの数値を代入するという命令の部分で次からの〝00　F3〟で，代入する16進数を与えています。

例えば，IXレジスタに16進数の5678Hを代入したければ，

　　LD　　IX，5678H

という命令を使いますが，この命令をアセンブルすると，〝DD　21　78　56〟の4バイト命令になりやはり，うしろ2バイトが代入したい数値を与えています。

8ビット・ロード命令時に説明した，

　　LD　　A，ECH

などを16ビットの命令に直したものと考えれば良いでしょう。

◎16ビットのレジスタ(対)と特定の2バイトに渡るメモリ間のロード命令

この命令がロード命令の中でも比較的わかりにくい命令だと思います。何度もくり返して説明して来たように，**Z80を含めた80系のCPUは，2バイトに渡る数値をメモリ上に置く場合は必ず上位，下位を逆にして下位バイトの方をメモリの若い方に入れます。**

この方式に慣れてしまえば何ということはないのですが，それでも2バイトの数を扱う場合に少し考え込んでしまうこともあります。

それでは実際の使用例を考えてみましょう。例えば現在何らかのゲーム・プログラムを組んでいて，E000H～E001H番地の2バイトに渡ってスコアが入っているものとします。ゲームが1回終了した時点でハイ・スコアを得た場合には今度はこのスコアをハイ・スコアとして登録しなければなりませんが，ハイ・スコアはE002H～E003H番地に入れるものとします。

こんな場合はロード命令を使ってE000H～E001H番地の内容をE002H～E003H番地に移さなければなりませんが，まずこの問題を前章で説明した8ビット・ロード命令のみを使ってプログラムを組むと次のようになります。

命令	オペランド	説明
LD	L，(E000H)	スコアをHLレジスタ対に入れる
LD	H，(E001H)	
LD	(E002H)，L	HLレジスタ対の内容をハイ・スコアに登録
LD	(E003H)，H	

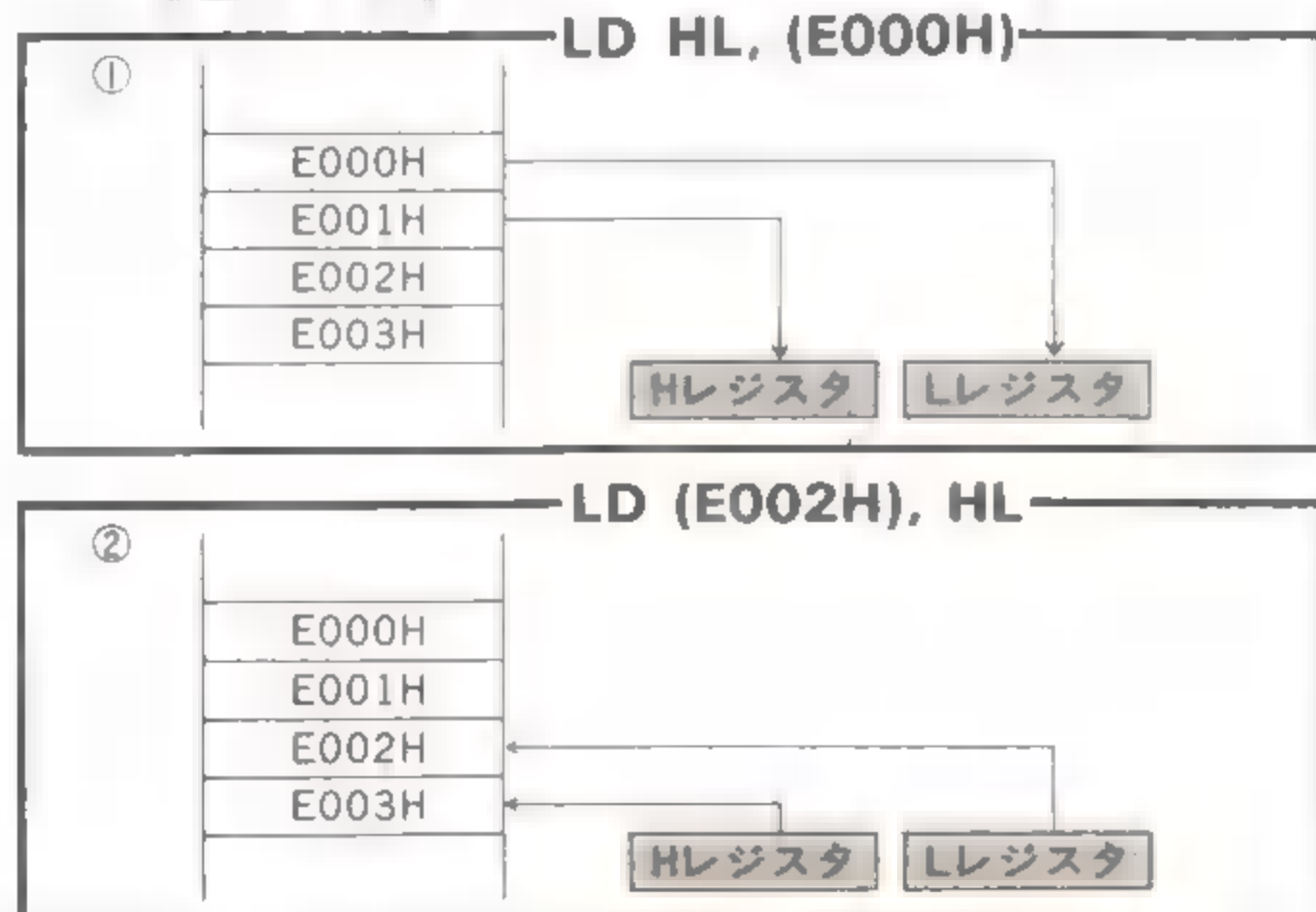
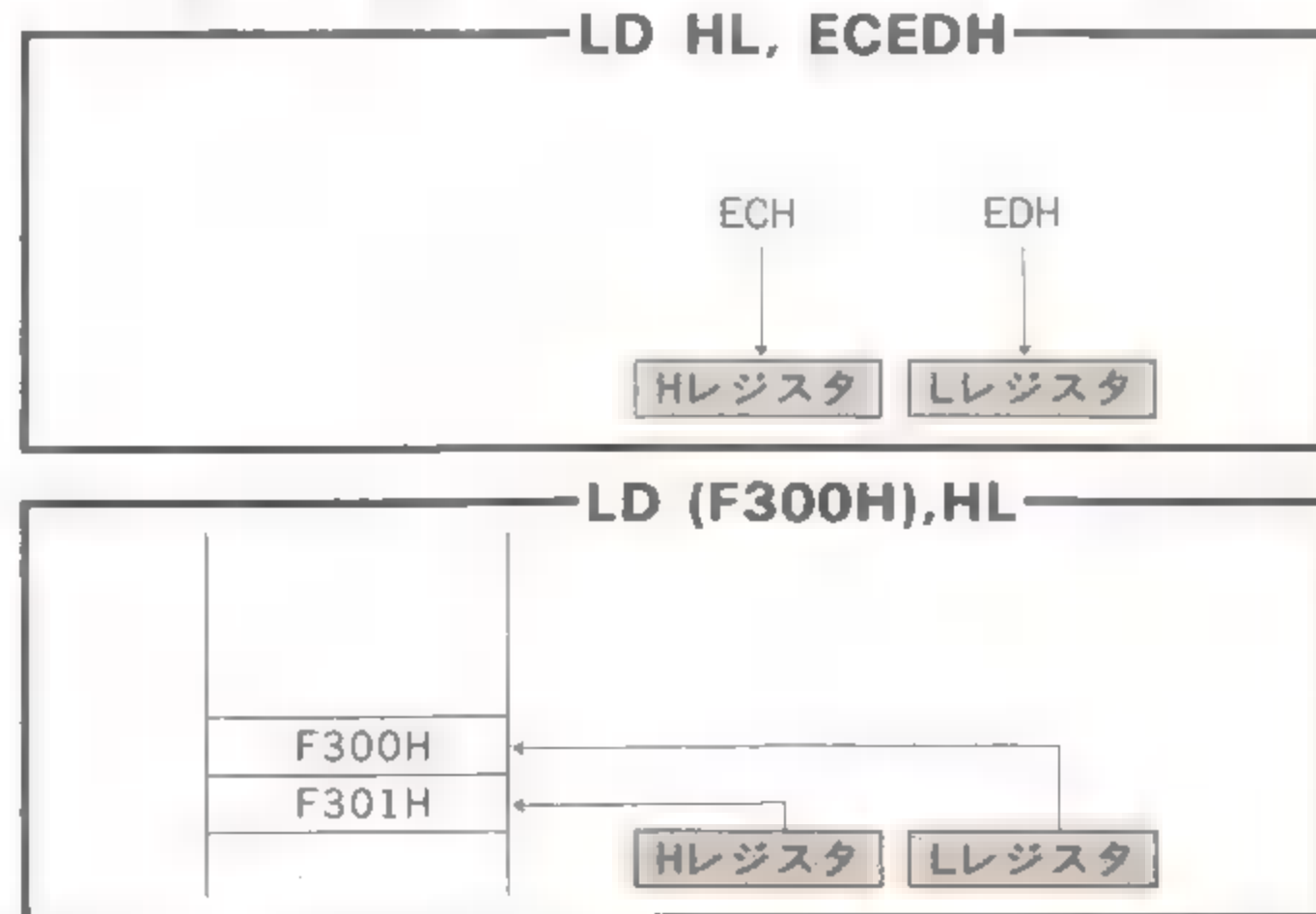
このようにして，上位8ビットと下位8ビットとを一度に転送できず二度に分けなければならないのは何かと不便ですので16ビットのロード命令が必要になるのです。上記のと同じプログラムを16ビット・ロード命令を使って組むと

　　LD　　HL，(E000H)
　　LD　　(E002H)，HL

となります（第26図参照）。

前のプログラムと比較すると使用するメモリが半分になりますし，また4ステップの命令と2ステップにまとまった命令では後で見た時の見易さが全然ちがうのではないでしょうか。

このように16ビット・ロード命令はプログラム

《第26図》16ビット・ロード命令Ⅰ

《第27図》16ビット・ロード命令Ⅱ

を見易く，組み易くするためには不可欠なものなのです。

ここでもう一度この命令について例をあげて説明します。

例えば，80字モードの時に

　　LD　　HL，ECEDH
　　LD　　(F300H)，HL

を実行するとどうなるでしょうか(第27図参照)？

まず始めの命令によって，HLレジスタ対に16進数のECEDHが入りますが，この時HレジスタにはECHが，LレジスタにはEDHが入ります。

次の命令で，F300H～F301H番地にHLレジスタ対の内容である，ECEDHが転送されるのですが，下位バイトがアドレスの若い方にロードされますので，F300H番地にはEDHが，F301H番地にはECHが，それぞれ送られます。その結果テレビ画面の"LOCATE 0，0"の位置には"○"のキャラクタが"LOCATE 1，0"の位置には"●"のキャラクタが表示されます。

もちろん実際にPC－8001で実行してみる場合には，最後に

　　HALT

命令を入れて実行を止めるか，

　　JP　　5C66H

によってモニタにジャンプさせるかしなければなりません。

また，逆に

　　LD　　HL，(F300H)

を行う事によって，F300H～F301H番地にどんなキャラクタ・コードが入っているのかをHLレジスタ対にもって来ることができます。

以上でこの命令の使用方法が大体わかっていただけたと思いますが，この命令も3～4バイトのオブジェクトにアセンブルされ，うしろ2バイトがアドレスを指定します。また，本章のプログラム例では16ビットのレジスタ（対）としてHLレジスタ対を使用しましたが，実際は，BC，DE，HL，SP，IX，IYの各レジスタ（対）を使う事ができます。

以上でニーモニックに"LD"が付く命令は全て説明した事になります。8080CPUの頃は，同じロード命令でも"MOV，MVI，LXI"などのニーモニックに分かれていて覚えにくかったものでした。

レジスタの退避

さて，Z80にはいくつかの汎用レジスタが用意されていますが，通常のプログラムでは，ほとんどの汎用レジスタをフルに使用します。全てのレジスタを使っている時，もし少しの間どうしてもレジスタを使用したくなったらどうすればよいでしょうか？　当然，汎用レジスタの内容は全てもと通りにもどしておかなければなりません。

例えばHLレジスタ対を一時的にあける場合にロード命令を使って，

　　LD　　(E000H)，HL

のようにHLレジスタ対の内容を，E000H～E001H番地に退避しておいてから，何らかの作業によってHLレジスタ対を使用し再度ロード命令によって，

　　LD　　HL，(E000H)

のようにHLレジスタ対の内容をもとにもどしておけばよいのです。

しかしこの方法でレジスタ（対）の内容を退避しておくのには，いくつかの問題点があります。

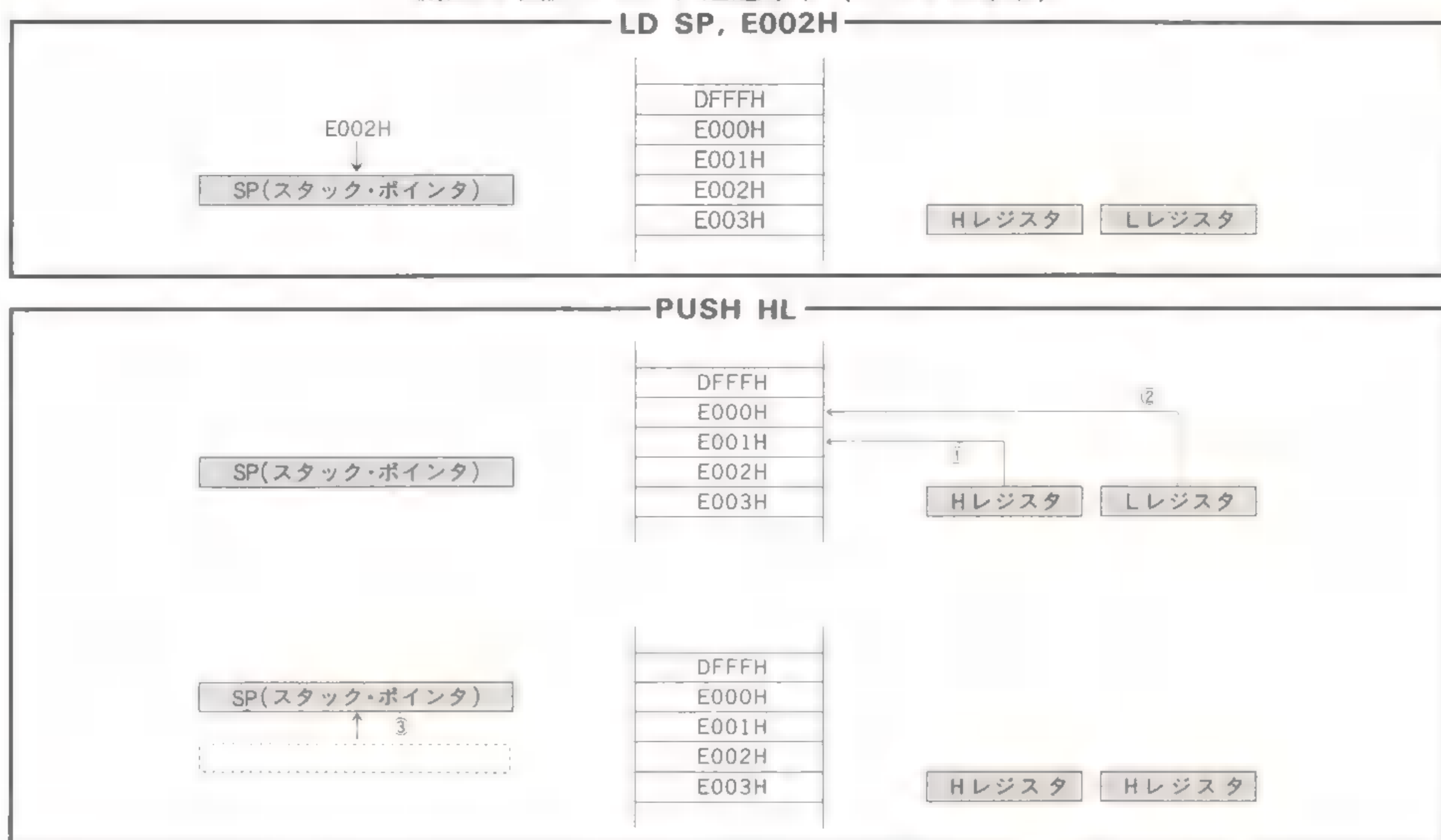
まず上記の方法ですとレジスタの退避先アドレスをいちいち指定しなくてはいけませんからレジスタ（対）の退避先アドレスを全て記憶しておかなければ，後で正しいレジスタ（対）に値をもどすことができません。下手をすると同じアドレスに2度退避しておいて気付かず，後でデバッグの時に大へんな苦労をすることも有り得ます。

又，このロード命令では必ず3～4バイトずつ使いますからメモリの無駄使いにもなります。

そこでメモリへのレジスタ退避をより効率よく行うためにスタックの考え方が必要になるのです。

スタックとは……

それでは，スタックとはいったい何なのでしょうか？

《第２８図》レジスタ退避命令（ＰＵＳＨ命令）

マシン語やアセンブリ言語などで言うスタックとは単にメモリの使い方なのです。先程の例でもわかる様に普通のロード命令で，レジスタ(対)↔メモリ間の転送を考えれば，そのたび事にメモリのアドレスを指定してやらなければなりません。

そこでメモリのアドレスを指定するためのレジスタを，専用に使いそれを自動的に増減してやればレジスタ(対)↔メモリ間の転送のたびにアドレスを指定してやる必要が無くなるわけです。

皆さんも，もうお気付きの事と思いますが，このアドレス指定専用のレジスタが，ＳＰ（スタック・ポインタ）なのです。そしてメモリ内の，ＳＰ（スタック・ポインタ）によって指定されるエリアをスタックと呼び，レジスタ（対）→メモリへの転送をレジスタ退避，逆にメモリ→レジスタ(対）の転送をレジスタ退避解除と言います。

レジスタ退避(解除)命令

◎レジスタ退避命令(PUSH命令)

実際にレジスタ退避命令を使ってＨＬレジスタ対の内容をメモリ上のスタック・エリアに退避する場合を考えてみましょう（第28図参照)。

ＬＤ　　ＳＰ，E002H

ＰＵＳＨ　　ＨＬ

まず，ロード命令でＳＰ(スタック・ポインタ)にE002Hを代入しています。次にPUSH命令によってＨＬレジスタ対の内容をスタックにPUSH（押し込み）しているのですが，PUSH命令の動作を分解すると以下のようになります。

①，ＳＰ－１番地にＨレジスタの内容をロード

②，ＳＰ－２番地にＬレジスタの内容をロード

③，ＳＰの内容から２を減じておく

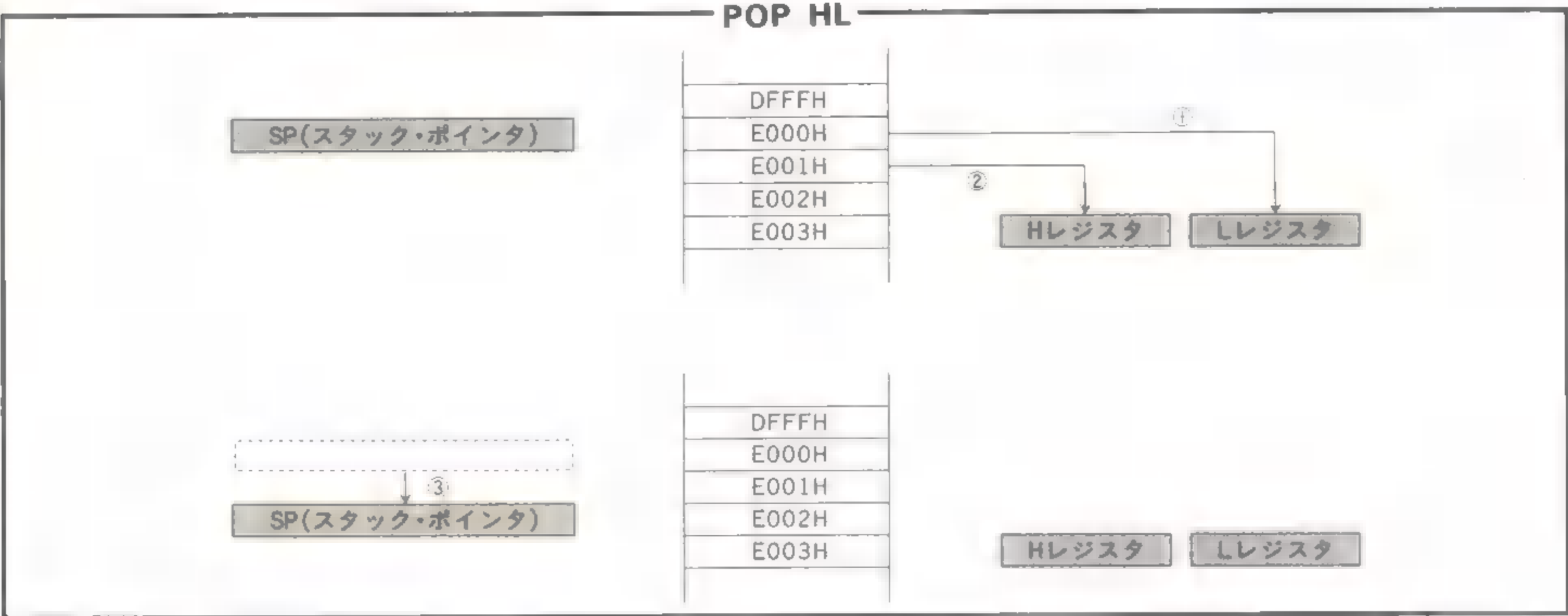
では，この動作を追ってみましょう。

①によって，E002H―1番地つまりE001H番地にＨレジスタの内容がロード（退避）されます。

②で，E002H―2番地つまりE000H番地にＬレジスタの内容がロード（退避）されます。

③で，今までE002HだったＳＰがE000Hになります。

結果として，E000H～E001H番地にＨＬレジスタ対の内容が退避された事になり，先程の

《第29図》レジスタ退避解除命令（POP命令）

《第30図》16ビット・ロード命令(ニーモック↔機械語)対応表

×	AF	BC	DE	HL	SP	IX	IY	nn	(nn)
LD AF, ×									
LD BC, ×								01 n n	ED 4B n n
LD DE, ×								11 n n	ED 5B n n
LD HL, ×								21 n n	2A n n
LD SP, ×				F9		DD F9	FD F9	31 n n	ED 7B n n
LD IX, ×								DD 21 n n	DD 2A n n
LD IY, ×								FD 21 n n	FD 2A n n
LD (nn), ×		ED 43 n n	ED 53 n n	22 n n	ED 73 n n	DD 22 n n	FE 22 n n		
PUSH ×	F5	C5	D5	E5		DD E5	FD E5		
POP ×	F1	C1	D1	E1		DD E1	FD E1		

LD　　(E000H), HL

を行ったのと同じ事になります。しかも，SP（スタック・ポインタ）の内容はPUSH命令のたびに2ずつ引かれて行きますから，PUSH命令を連続して使う事によりメモリの若い方へ若い方へと次々にレジスタ（対）の内容を退避して行く事が可能となり，それがSP（スタック・ポインタ）の役割でもあるのです。

◎レジスタ退避解除命令（POP命令）

今度はスタック上に退避したデータをレジスタ（対）にもどす場合を考えてみます（**第29図参照**）。

POP　　HL

このPOP命令によってスタック上のデータがPOP（引き出し）されるのですが，POP命令の動作を分解すると以下のようになります。

①．Lレジスタに SP番地の内容をロード

②．Hレジスタに SP＋1番地の内容をロード

③．SPの内容に2を加える

先程PUSHした内容をHLレジスタ対にPOPでもどす場合はどうなるでしょうか？

①によって，SP（スタック・ポインタ）の指すアドレスの内容がLレジスタにロードされますが，この場合，SP（スタック・ポインタ）の内容はE000Hになっていますから，E000H番地の内容がLレジスタに入ります。

②で，E000H＋1番地つまりE001H番地の内容がHレジスタに入ります。

③で，今までE000HだったSPがE002Hになります。

結果として，E000H～E001H番地の内容がHLレジスタ対にもどされた事になり，

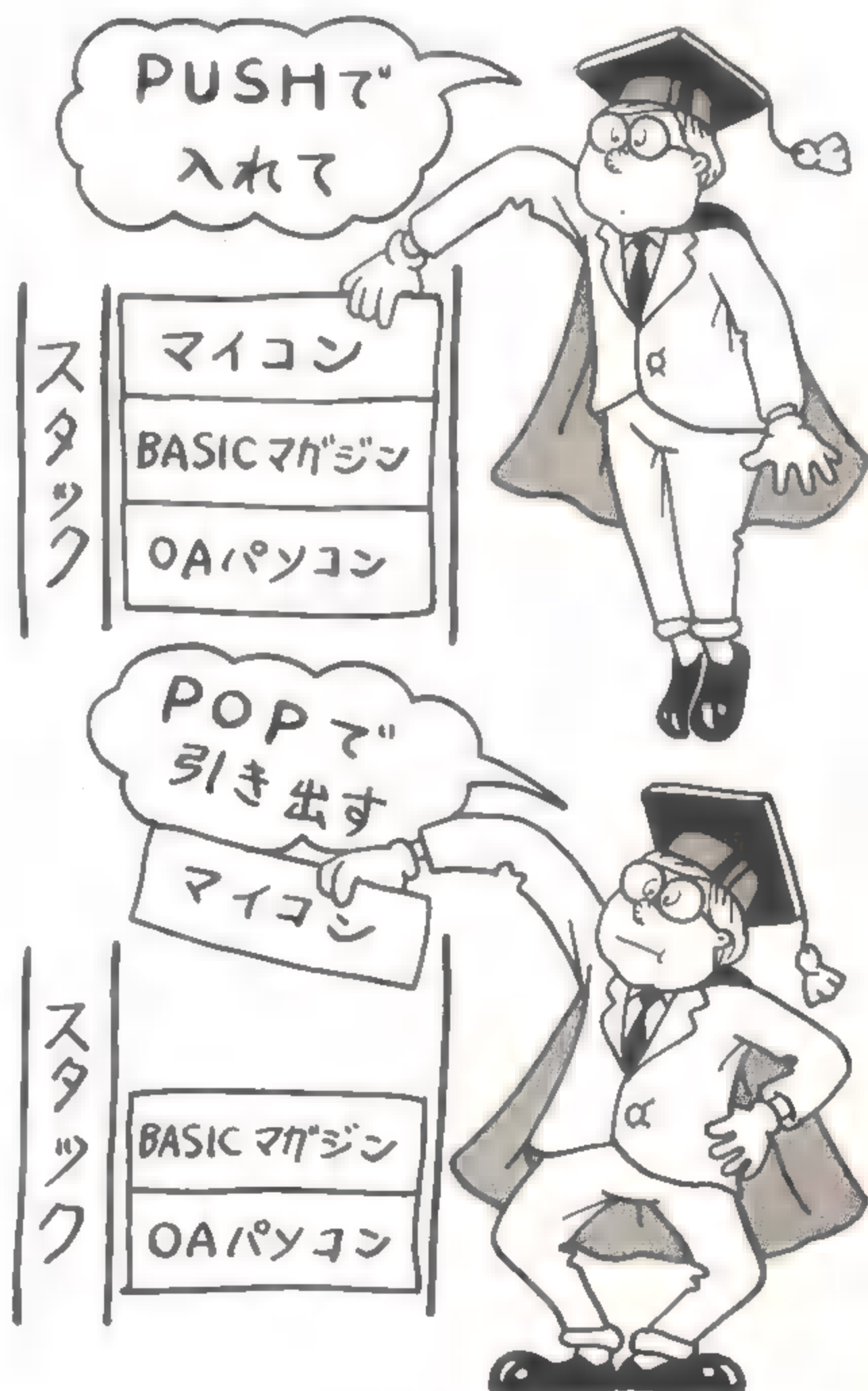
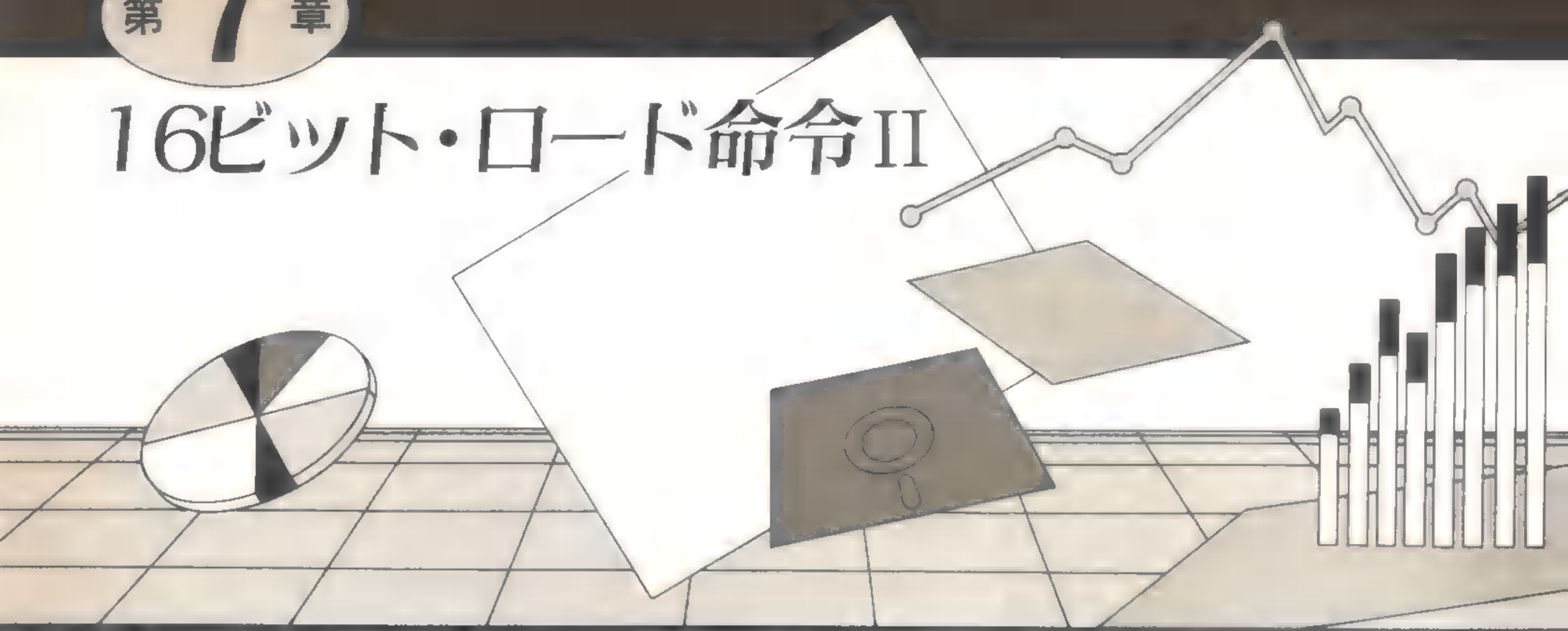
LD　　HL, (E000H)

を行ったのと，同じ事になります。しかも，SP(スタック・ポインタ)はPOP命令のたびに2ずつ加算されていきますから，POP命令を連続して使う事により，メモリの若い方から次々にレジスタ(対)に値をもどして行く事が可能となります。結局POP命令は，PUSH命令の全く逆の命令なのです。

レジスタ退避(解除)命令のまとめ

以上，PUSH命令，POP命令共にHLレジスタ対を例にとって説明しましたが，十分に御理解いただけたでしょうか？　なおこの命令は，AF，BC，DE，HL，IX，IYの各レジスタ(対)に対して有効ですから各レジスタ(対)の内容をスタックにPUSH，POPすることができます。また，1～2バイトのオブジェクトとなりますので省メモリのためにも非常に重要な命令といえましょう。なお，この命令を使ってレジスタ(対)の内容を一時退避する場合には，SP（スタック・ポインタ）に入っている値を常に注意している必要があります。

ちなみに，N－BASICからマシン語のサブルーチンをコールする場合には14バイト（7レベル）のスタックが確保されています。

第7章

16ビット・ロード命令II

前章では，Z80におけるスタックの働きを説明しましたがどんな感想を持たれたでしょうか？

本章では，このスタックへのレジスタ退避を使った応用例と実際にこの命令を使う現場での使用方法を示して，スタックへのレジスタ退避(解除)の項をしめくくり，今度はレジスタ（対）の内容を他のレジスタ（対）やスタックと交換するエクスチェンジ命令を紹介します。

今まで登場した命令全てを使ったプログラム例も紹介しますのでお楽しみに！

レジスタ退避(解除)命令応用例

レジスタ退避（解除）命令についての応用方法を少し考えてみましょう。

まず，16ビットのレジスタ（対）間でロード命令を実行する場合，例えばBCレジスタ対の内容をDEレジスタ対に移す場合，8ビットのロード命令を使って，

```
LD     D, B
LD,    E, C
```

の様に行う場合もありますし，一度メモリ上を介して16ビットのロード命令を使う方法もありますが，少しおもしろい方法として，

```
PUSH    BC
POP     DE
```

を行う場合も考えられます。まずBCレジスタ対の内容をスタックへ退避しておいて，今度はスタックの内容をDEレジスタ対に引き出せば結果としてBCレジスタ対の内容をDEレジスタ対に送ったのと同じ事になるのです。

特に，IXやIYなどのインデックス・レジスタでは，8ビットのロード命令を使う事もできませんからどうしてもメモリ上を介する事になります。IXレジスタからHLレジスタ対に内容を転送する場合を考えて例をあげてみましょう。まず，16ビットのロード命令を使って，E100H～E101H番地を介する場合は，

```
LD     (E100H), IX
LD     HL, (E100H)
```

となります。これをスタックを介するようにかえると

```
PUSH    IX
POP     HL
```

になります。アセンブルすると前者が7バイトかかるところ，後者は3バイトですみますから，後者の省メモリ性がわかると思います。

次に，この命令を使って二つのレジスタ（対）の内容を交換してみましょう。例えば，IXレジスタとIYレジスタの内容を交換する場合は，

```
PUSH    IX
PUSH    IY
POP     IX
POP     IY
```

となります。PUSH命令では最後にPUSHし

た内容からしかPOPすることができませんから最初の

POP　　IX

で，すぐ前にPUSHしたIYレジスタの内容をIXレジスタに移し，次の

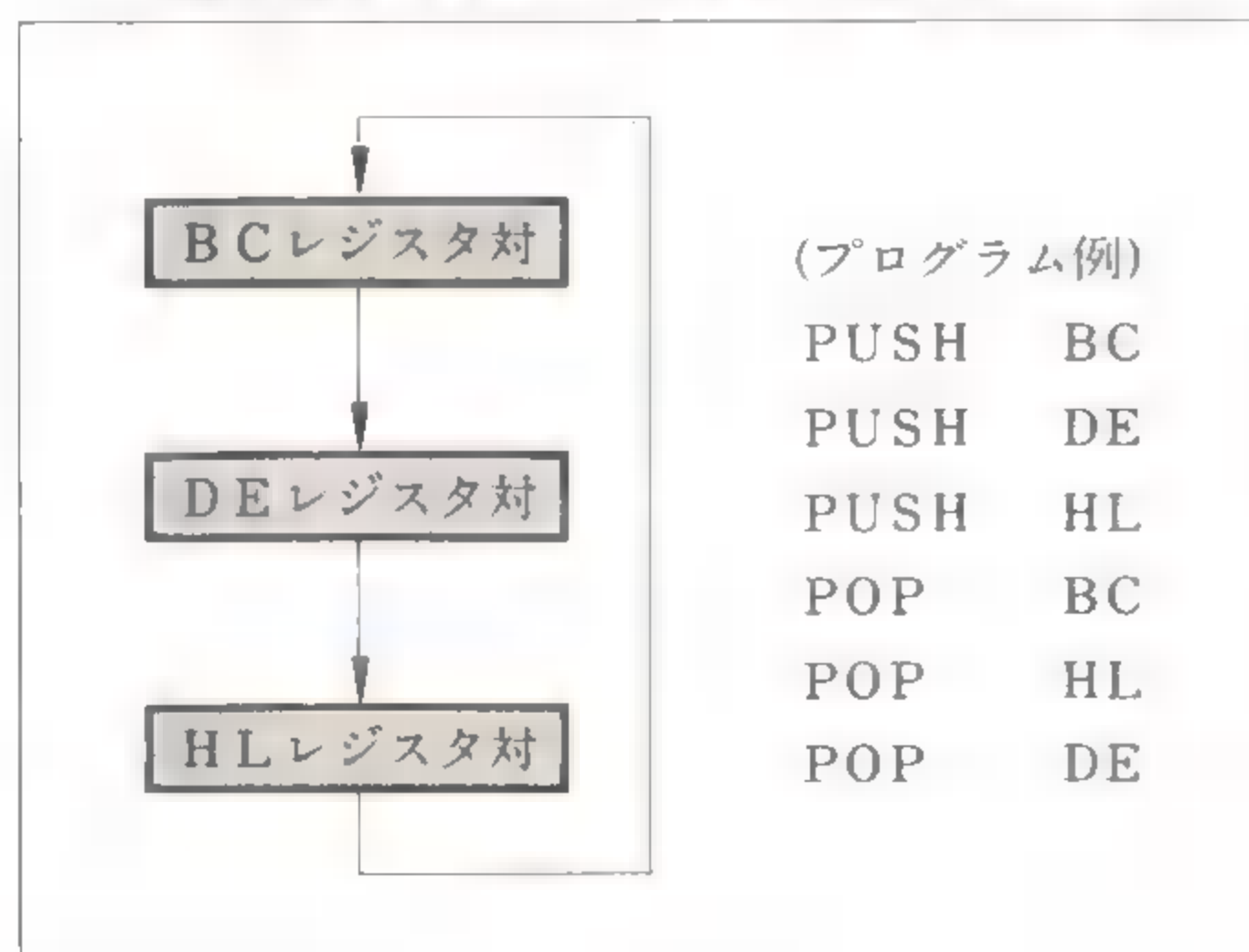
POP　　IY

で，一番初めにPUSHしたIXレジスタの内容をIYレジスタに移しています。

始めのうちはわかりづらいと思いますが，秘伝を教えましょう。

このように，PUSH命令とPOP命令の間で区切りその区切りを境に対称に考えればすぐにどのレジスタ（対）からどのレジスタ（対）に値を転送しているかがわかるのです。これは，レジスタ（対）が3組以上になった場合でも，また，同じレジスタ対に値をもどす場合でも同様です。

今度は3組のレジスタ（対）で考えてみましょう。第31図のように，BC，DE，HLの各レジスタ対の内容を一つずつずらして行く方法を考えてみてください。

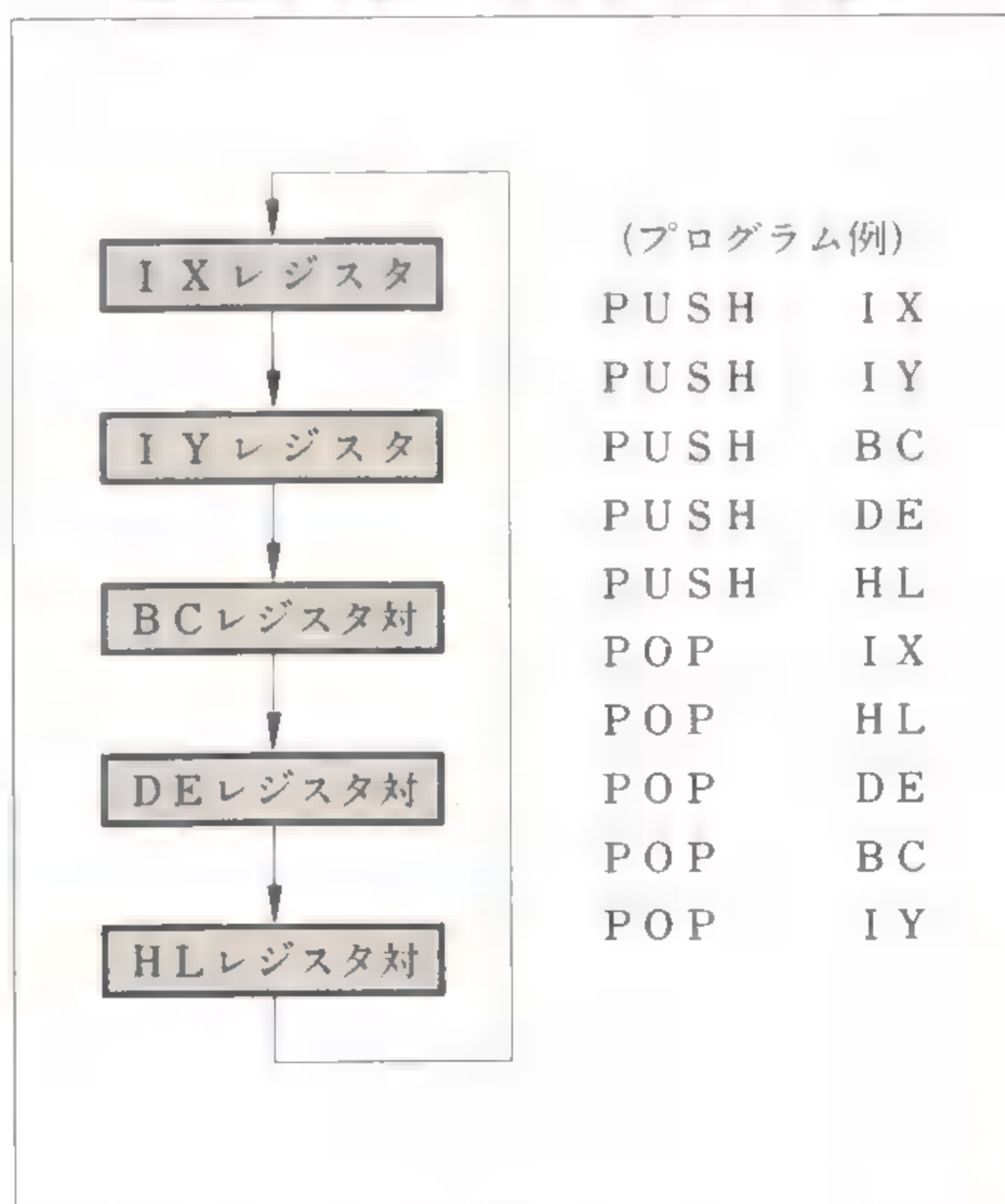
普通に考える場合は慣れないとたいへんですが，先程の秘伝を使って図を書けばすぐにわかりますね。解答は，

となります。同じ事を行うのに，

などいくつかの方法がありますがどの方法を行っても結果は同じです。

次にレジスタ（対）が5組の場合の例を第32図にあげておきます。興味のある方は御自分で命令を追ってみてください。

スタックを使った応用例は他にもいくつかあります。知っていればすぐ役立つというものでもありませんが一般のプログラムなどにも確実に使われている使用法なので覚えておいてください。

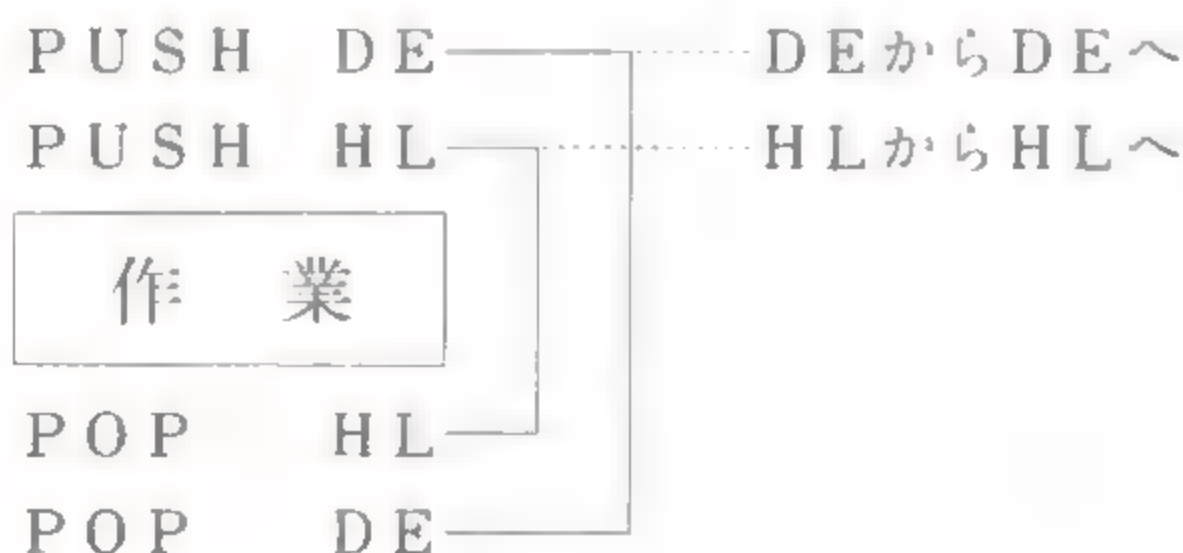
《第31図》 3組のレジスタ（対）の交換

《第32図》 5組のレジスタ（対）の場合

レジスタ退避(解除)命令使用例

読者の皆さんもスタックの考え方にかなり親しみを持ってきたと思いますが，ここでもう一度この命令の使い方について，実際の使用例を中心に考えてみましょう。

前にも少し説明したように，この命令は，レジスタ（対）の内容をスタックに退避するためＰＵＳＨ命令と，スタックの内容をレジスタ（対）にもどすＰＯＰ命令に分けることができます。

ＰＵＳＨ命令とＰＯＰ命令が連続して使われる事はほとんどなく，また，応用例の所で述べた様な使い方よりも，もともと内容の入っていたレジスタ（対）に値をもどす様な使い方が一般的です(第33図)。

ですから，ＤＥ，ＨＬの各レジスタ対を何かの作業のために退避しなければならない場合には，普通以下の様な使い方をします。

当然，退避するレジスタ（対）が１組の場合でも３組以上の場合でも同様な使い方をします。

一見あまり使用することのない命令のように見えるかもしれませんが，レジスタ（対）の内容を退避しておきたい事はかなり多くありますので，実際のプログラム，たとえばＮ－ＢＡＳＩＣのＲＯＭなどを逆アセンブルすれば，この命令が多く使われているのにおどろくほどです。

エクスチェンジ命令

◎16ビットのレジスタ(対)の内容を交換する命令

例えば，ＤＥレジスタ対とＨＬレジスタ対の内容を交換したい時はどうすればよいでしょうか？

まず第１の方法として先程のレジスタ退避を使って

```
ＰＵＳＨ　ＤＥ
ＰＵＳＨ　ＨＬ
ＰＯＰ　　ＤＥ
ＰＯＰ　　ＨＬ
```

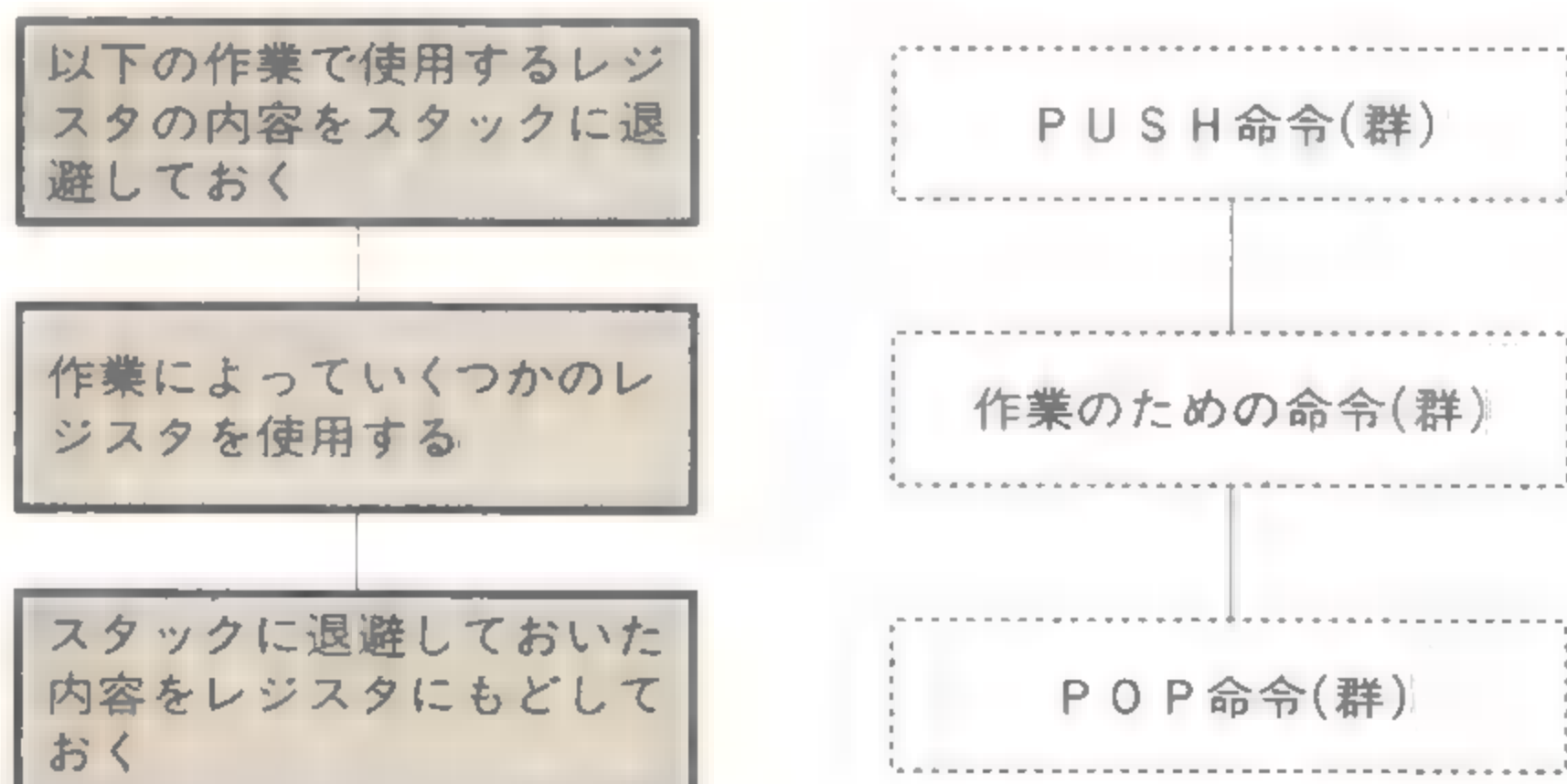
の４ステップを実行すれば両レジスタ対の内容は見事に交換されます。

第２に，Ａレジスタでも余っていれば，

```
ＬＤ　　Ａ，Ｅ ┐
ＬＤ　　Ｅ，Ｌ ├ Ｅ↔Ｌレジスタを交換
ＬＤ　　Ｌ，Ａ ┘
ＬＤ　　Ａ，Ｄ ┐
ＬＤ　　Ｄ，Ｈ ├ Ｄ↔Ｈレジスタを交換
ＬＤ　　Ｈ，Ａ ┘
```

を実行すれば，ロード命令だけで交換する事ができます。

他にも一度メモリ上を介する方法などいくつか

《第33図》ＰＵＳＨ命令・ＰＯＰ命令の一般的な使われ方

《第34図》エクスチェンジ命令

命令	コード
EX　AF，AF'	０８
EX　DE，HL	ＥＢ
EX　(SP)，HL	Ｅ３
EX　(SP)，IX	ＤＤ Ｅ３
EX　(SP)，IY	ＦＤ Ｅ３
EXX	Ｄ９

の方法が考えられますが，いずれも数ステップ数バイトの命令になってしまいます。

そこでエクスチェンジ命令を使うわけです。エクスチェンジ命令はその名のとおり内容を交換する命令です。上記のDEレジスタ対とHLレジスタ対の内容を交換する場合はエクスチェンジ命令を使って，

EX　　DE，HL

の一つの命令で行う事ができます。しかしこの命令は16ビットのレジスタ（対）全てに対して有効なわけではなく，今の

EX　　DE，HL

の他には，表レジスタのAFと裏レジスタのAF′を交換する

EX　　AF，AF′

と，表レジスタのBC，DE，HLと裏レジスタのBC′，DE′，HL′の3組のレジスタ対の内容を同時に交換する

EXX

の合計3個のエクスチェンジ命令が使えるのみです。

◎16ビットのレジスタ(対)とスタックの間で内容を交換する命令

この命令は16ビットのレジスタ(対)と2バイトに渡るメモリの間で値を交換する命令ですが，レジスタ退避のためのPUSH命令，POP命令などと同じ様にメモリ上のアドレスを指定するのに，SP（スタック・ポインタ）を使用します。

具体的には，POP命令を行った場合にレジスタ（対）に入るべき値がレジスタ（対）に代入されると同時に，現在までその値が入っていたアドレスにレジスタ（対）の内容がPUSHされたのと同じ事になります。

説明では，わかりにくいと思いますので，一つ例をあげてみましょう。

実際にはこの命令は，

EX　　(SP)，HL

のようなニーモニックで表わしますが，この命令を以前説明を終えた，他の命令に置き換えてみると

POP　　DE
EX　　DE，HL
PUSH　DE

の3ステップになってしまいます。しかも，HLレジスタ対の内容と，スタックの内容を交換するために全然関係ないレジスタ対，この場合はDEレジスタ対をどうしても仲介のためだけに使用しなければなりません。

このように一見して，あまり目立たないエクスチェンジ命令でも，無ければ大へんむだな事をしなければならない事がわかると思います。

また，HLレジスタ対を例にとって説明しましたが，実際はIX，IYの各レジスタとスタック（メモリ）の間で内容を交換する事もできます。

プログラム例の説明

それでは，今までに説明した，ロード命令，レ

《第35図》プログラム例

アドレス	オブジェクト	ニーモニック	コメント
E000	31　10　F3	LD　SP，F310H	SPにF310Hを代入
E003	01　E8　E9	LD　BC，E9E8H	BCレジスタ対にE9E8Hを代入
E006	C5	PUSH　BC	BCレジスタ対の内容をスタックに退避
E007	21　EA　EB	LD　HL，EBEAH	HLレジスタ対にEBEAHを代入
E00A	E3	EX　(SP)，HL	スタックの内容とHLレジスタ対の内容を交換
E00B	E5	PUSH　HL	HLレジスタ対の内容とスタックに重ねて退避
E00C	ED　73　00　E1	LD(E100H)，SP	E100H～E101H番地にSPの内容を移す
E010	C3　66　5C	JP　5C66H	マシン語モニタのコマンド待ちへジャンプ

ジスタ退避命令，エクスチェンジ命令を使ったプログラム例を考えてみましょう。

第35図のプログラムを見てください。このプログラムを見て何をやっているプログラムだかわかりますか？　わからないからといってがっかりしないでください。一見して単純そうに見えるこのプログラムでも実は，今まで説明した命令を全て熟知していなければわからない様になっているのですから。

では,このプログラムを順に説明して行きます。まず

LD　　SP，F310H

によって，SP（スタック・ポインタ）に，F310Hを代入しています。これでF30FH番地からアドレスの若い方へ向かってスタック領域がとられたことになり，レジスタ退避命令を行った時に各レジスタ（対）の内容がF30FH番地以前に退避されていく事になります。次に

LD　　BC，E9E8H

によってBCレジスタ対にE9E8Hを代入した後

PUSH　BC

でBCレジスタ対の内容をスタックに退避しています。この時，始めにBレジスタの内容であるE9HがF30FH番地に入り，次にCレジスタの内容であるE8HがF30EH番地に入り，最後に今までF310Hが入っていたSP（スタック・ポインタ）の内容が自動的に－2されて，F30EHに変わります。次の

LD　　HL，EBEAH

でHLレジスタ対にEBEAHを代入した後，エクスチェンジ命令

EX　　(SP)，HL

を使って，SP（スタック・ポインタ）で指定するアドレスから2バイトの内容と，HLレジスタ対の内容とを同時に交換しています。この時SP（スタック・ポインタ）は，F30EH番地を指定してますからF30EH～F30FH番地とHLレジスタ対の間で内容を交換することになり，結果としてF30EH番地にLレジスタの内容であったEAHが，F30FH番地にはHレジスタの内容であったEBHが，そしてHLレジスタ対には，先程PUSHした。E9E8Hが入ります。その後すぐ

PUSH　HL

で，HLレジスタ対の内容である，E9E8Hをスタックに退避しています。この時SP（スタック・ポインタ）には，F30EHが入っていますから，F30DH番地にE9Hが，F30CH番地にE8Hが入りSP（スタック・ポインタ）の内容が－2されて，F30CHに変化します。そして，そのSP（スタック・ポインタ）の変化が事実がどうかを確認するために

LD　　(E100H)，SP

を実行して，E100H～E101H番地にSP（スタック・ポインタ）の内容を入れていますのでこのプログラムを実行し終った後E100H～E101H番地の内容をモニタのD（ダンプ）コマンドで調べてみれば，SP（スタック・ポインタ）の内容であるはずのF30CHが上位8ビットと下位8ビットが逆転されて，E100H番地には0CHが，E101H番地にはF3Hがそれぞれ入っているのが確認できるはずです。そして最後の

JP　　5C66H

によって，PC－8001のマシン語モニタのスタート・アドレスである5C66H番地にジャンプします。

以上，順を追って説明しましたが，この結果重要なのは，F30CH番地にはE8Hが，F30DH番地にはE9Hが，F30EH番地にはEAHが，F30FH番地にはEBHがそれぞれ収納されることです。もちろんそれぞれのアドレスはV－RAM上ですから，PC－8001の画面上，最上段には，キャラクタ・コードのE8H～EBHに対応するキャラクタ，つまり“♠♥♦♣”が1列に表示されることになります。ただし，40字モードの場合は一つおきに二つのキャラクタが表示されることになります。

以上，かなり特殊なプログラムですから解読するのにも大へんな手間だと思いますがぜひもう一度読みなおしてください。そして，このプログラム例が完全に理解できなかった場合には，自分のわからない命令を調べ直して欲しいと思います。

この部分が完全に理解できなかったからといっても別に何も起こりませんが後にマシン語を勉強して行く過程で必ず知りたくなる時が来るはずです。

まとめ

ＰＣ－８００１を使っている皆さんのほとんどは,

高級言語（Ｎ－ＢＡＳＩＣ）→マシン語

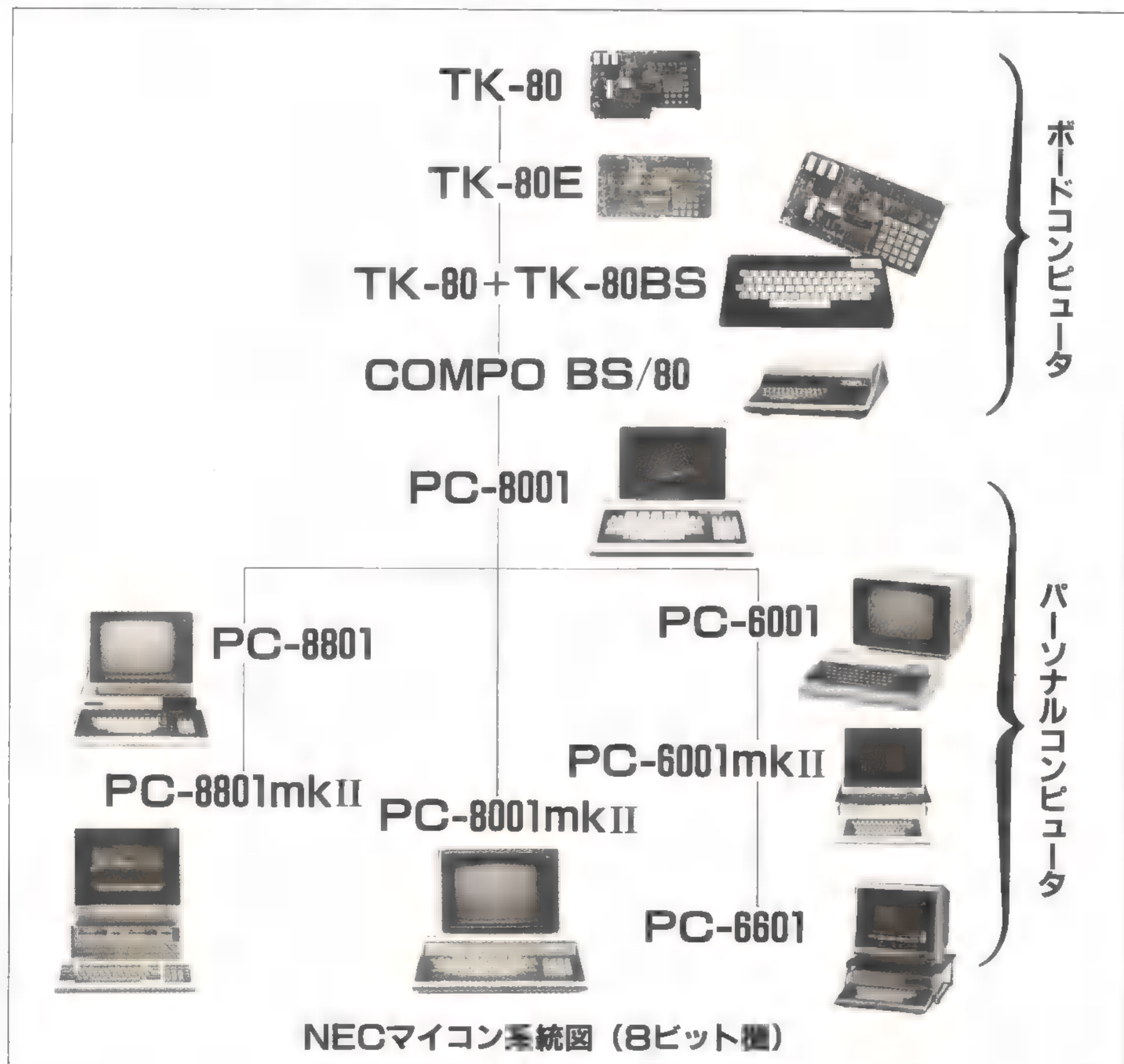
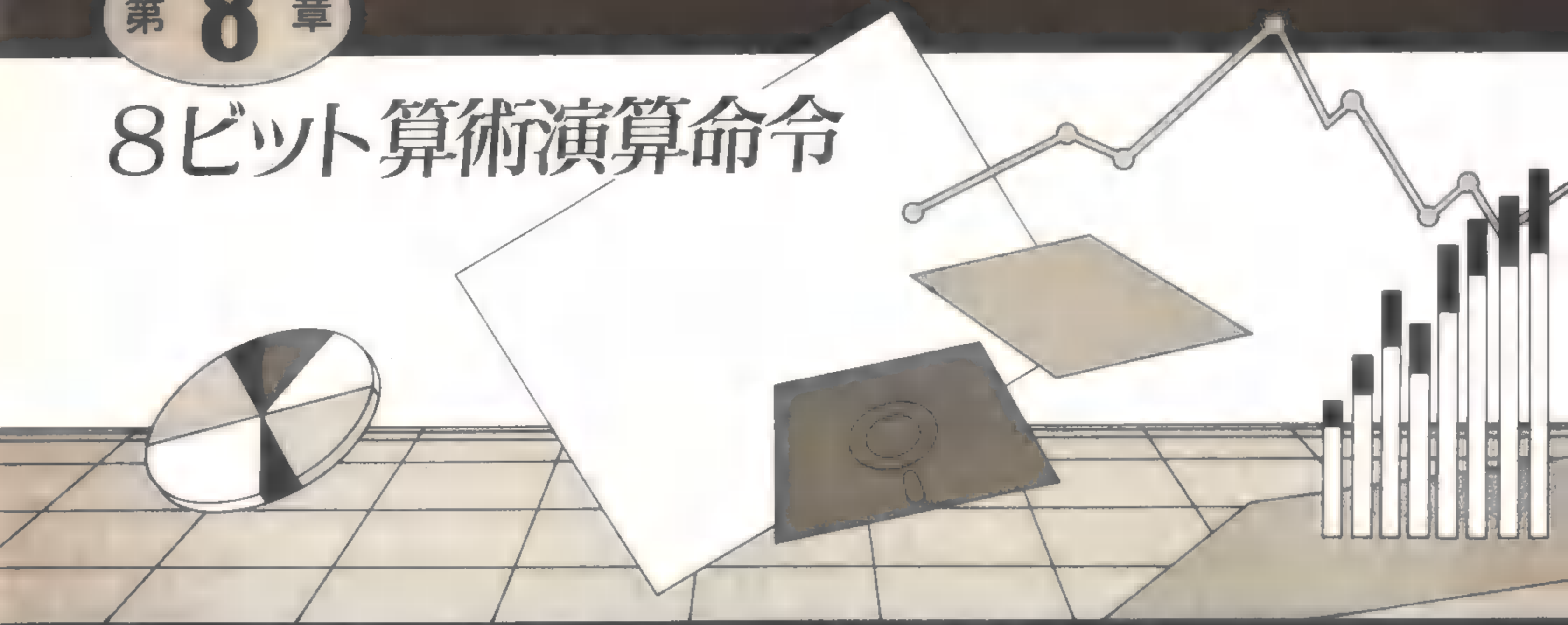
の経路で，パーソナル・コンピュータの学習を進めて来られた事と思います。

ＢＡＳＩＣのように簡単に使える言語が標準装備されている事はビジネス面への応用を考えると大へんすばらしい事なのですが，ＢＡＳＩＣの命令を知っている事がマシン語への理解をかえっておくれさせている面もあるかもしれません。

Ｎ－ＢＡＳＩＣの命令と対比することのできるマシン語の命令も多いのですがこのスタックの考え方などは，ＢＡＳＩＣには全く有りませんから，Ｎ－ＢＡＳＩＣに慣れてしまった頭を完全に切り換える必要が生じてきます。

『必要は発明の母』などと言いますが，手軽に使える高級言語やコンパイル言語，そして各種雑誌やメーカーなどから提供される数々のプログラムなどを見ているとマシン語など勉強するのがいやになって来ます。ワンボード・マイコンの頃はマシン語が勉強し易かったものです！

NECマイコン系統図（8ビット機）

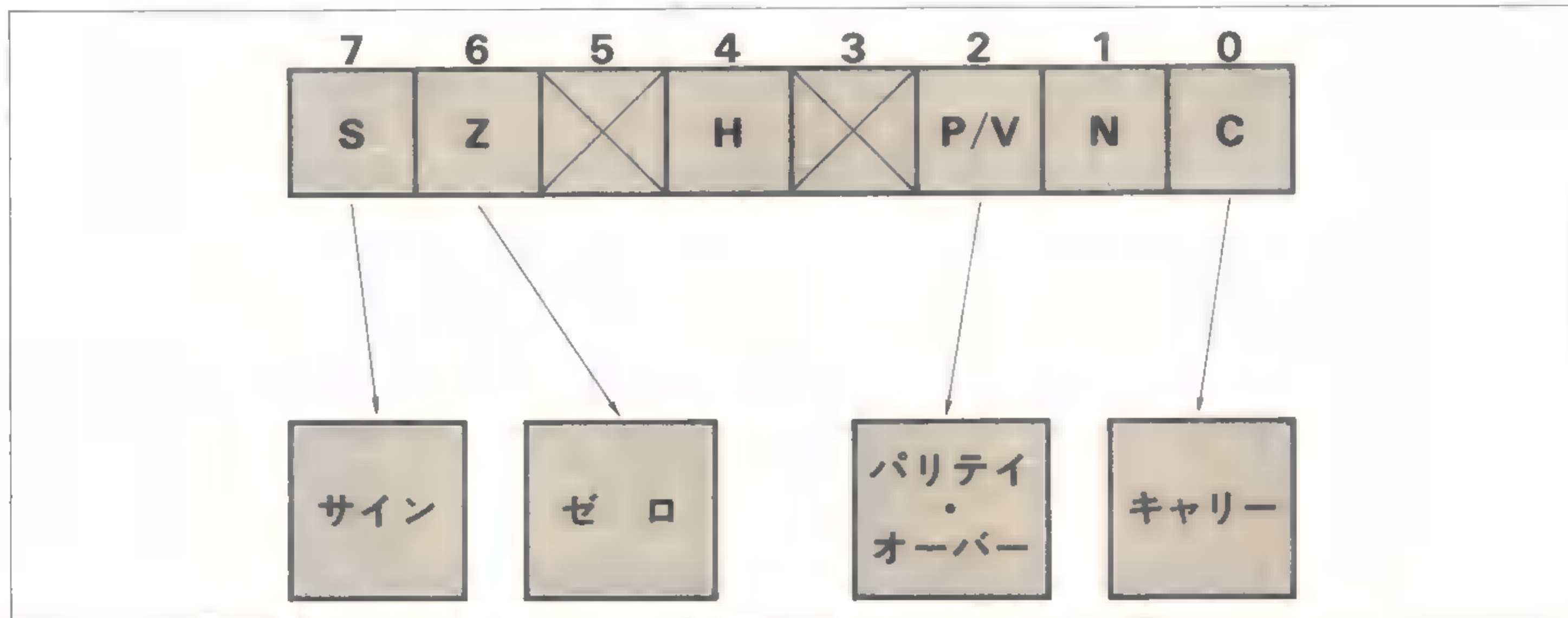
第8章

8ビット算術演算命令

本章からいよいよ演算命令を説明していきます。その中でも本章で紹介するのは，8ビット数値の間で加減算を行うための8ビット算術演算命令です。8ビットの数値で加減算を行う命令とは言っても結局，乗除算命令の無いZ80においてはその代用も行う命令ですからかなり広範囲な応用が考えられます。

また本章で説明して行く命令からは，全てフラグを変化させてしまいますから，常にフラグ・レジスタの値に注意して行かなければなりません。まず，フラグとはどういうものなのかを考えてみましょう。

フラグについての基礎知識

Z80が，算術・論理演算を行った場合には，その演算結果によって，フラグ・レジスタ(F)が変化します。ここでは，演算のための基礎知識として，フラグの働きについて少し説明したいと思いますが，これは，後に条件判断を利用した条件ジャンプなどを行う場合にも不可欠なものですから，特に注意して読んで欲しいと思います。

フラグ・レジスタ(F)は実際は8ビットのレジスタですが，他のレジスタのように8ビット全てが，まとまった働きをするのではなく，1ビットごとに独立して変化します。ですから8ビットの

《第36図》フラグレジスタ(F)

レジスタと考えるよりも,1ビットのレジスタがいくつかあると考えた方が考え易いかもしれません(第36図)。

フラグ・レジスタの8ビットの内,第5ビットと第3ビットは未定義で使用されませんから実際に使用しているのは6ビットです。また,第4ビットのハーフ・キャリー・フラグ(H)と第1ビットの加算/減算フラグ(N)は,Z80が勝手に使用するもので,この値を調べる事はできませんから今のところ知らなくてもかまわないでしょう。

そうなると残るのは,第7ビットのサイン・フラグ(S),第6ビットのゼロ・フラグ(Z),第2ビットのパリティ/オーバー・フラグ(P/V),第0ビットのキャリー・フラグ(CまたはCY)の4ビットのみとなります。キャリー・フラグはCと書くとCレジスタと間違うおそれがありますので普通はCYと書きます。

この中でも特筆に値するのは,ゼロ・フラグ(Z)と,キャリー・フラグ(CY)の二つで,この二つのフラグさえ理解していればほとんどのプログラムを組めてしまいます。少なくとも一般のゲーム・プログラムなどを組む場合には,この二つのフラグだけを知っておけば十分でしょう。

ですから,このすぐ後に六つのフラグがどのような場合に変化するのかを大まかに説明しますが,特に**ゼロ・フラグ(Z)**と**キャリー・フラグ(CY)**の部分は完全に覚えておいてください。演算命令や条件ジャンプなどを勉強して行く上で必ず助けになることと思います。

ゼロ・フラグ(Z)

ゼロ・フラグ(Z)は,あるレジスタに対して何らかの演算を行った場合にその結果が0になった時1にセットされます。例えば,

45−45＝0

のような演算を行った場合や

45H∧00H＝00H
(AND)

のような論理演算によって結果が0になった時にゼロ・フラグは1にセットされます。

キャリー・フラグ(CY)

キャリー・フラグ(CY)の主な働きは,演算命令などを行った場合の桁上り,桁下りを記録しておくためのものです。

Z80では,1バイトの加算・減算を行う事ができますが,例えば減算で

30−50＝−20

を実行して桁下りが生じた場合や,加算を行った結果が1バイトでは足りないほど大きな数になってしまった時などにキャリー・フラグが1にセットされます。

サイン・フラグ(S)

サイン・フラグ(S)は,符号付きの数値を扱った演算の結果が負(マイナス)になった場合に1にセットされます。

1バイトでは普通0〜255の数値を扱う事ができますが,第37図のように第7ビットを正負の符号専用に使って,そのビットが1のとき−128〜−1の数値,そのビットが0の時には,0〜127の数値を表し結局−128〜＋127の数値を扱うこともできます。この最上位ビットと同じものがサイン・フラグ(S)に入ります。

パリティ/オーバーフロー・フラグ(P/V)

このフラグは1ビットで2通りの働きをします。まず第1に論理演算を行った場合のAレジスタのパリティを示します。Z−80の論理演算の結果は全てAレジスタに納められますが,その結果8ビットの中に1であるビットが偶数の時にこのフラグが1となり,1であるビットが奇数の時には,0になります。

第2にオーバーフロー・フラグとしての役割りですが,符号付きの算術演算の結果が,オーバーフローを起こした場合に1にセットされます。

例えば1バイトの符号付き算術演算では,−128

〜127の間の数値しか正しく扱うことができませんので，

100＋100＝200

という加算を行った場合には，結果が−128〜127の範囲からあふれてしまいますから，このフラグが1にセットされるのです。

普通のプログラムでは，あまり使われることのないフラグでしょう。

ハーフキャリー・フラグ(H)

演算命令を実行した場合に下位4ビットからの桁上りや桁下りなどが生じた場合に1にセットされ，Z80で10進補正のためのDAA命令を行う時にこのフラグが利用されます。

減算フラグ(N)

最後に実行された命令が減算なら1にセットされ加算の場合には0にリセットされます。このフラグもDAA命令による10進補正が正しく行われるように用意されていますので詳しくは後述します。

8ビット算術演算命令

それでは8ビットの算術演算命令を紹介します。便義上，12種に分類させていただきましたが実際は，

① **ADD命令**（加算命令）
② **ADC命令**（キャリーを含む加算命令）
③ **SUB命令**（減算命令）
④ **SBC命令**（キャリーを含む減算命令）

の4種のニーモックで表わします。そしてその4種それぞれを，

i）レジスタを対象とするもの
ii）直接の定数を対象とするもの
iii）メモリ上の数値を対象とするもの

の3種に分けて説明します。

本章で説明した命令についてのニーモニックとマシン語の対応表は，第10章で8ビット算術論理演算命令としてまとめて掲載します。

◎Aレジスタとレジスタの間で加算を行う命令

Z80では，Aレジスタと他の8ビットのレジスタの内容を加えることができます。加算の結果(答え)はAレジスタに入りますから，命令を実行した後Aレジスタの内容は変化してしまいます。

AレジスタとBレジスタの内容の和をAレジスタに入れたければニーモニックを

ADD　　A，B

と書きますが，〝ADD〟と言うのは英語で〝加える〟という意味です。

N−BASICの

A＝A＋B

という感覚の命令ですから，すぐわかるでしょう。

この命令では，Aレジスタに，A，B，C，D，E，H，Lの各レジスタの内容を加える事ができ全て1バイトのマシン語にアセンブルします。

ADD　　A，A

は無意味な様ですが大へん重要な命令でこれを行う事によってAレジスタの内容を2倍，4倍，8倍にする事ができます。

◎Aレジスタに直接数値を加える命令

BACICでは，

A＝A＋&H30

のように，Aレジスタに数値を加える命令でニーモニックでは，

ADD　　A，30H

のようになります。この場合は，Aレジスタの値に30Hが加えられます。

マシン語では，2バイトの命令になり1バイト目は〝C6〟，2バイト目には加えたい16進数をそのまま割り当てます。

上記の，

ADD　　A，30H

の場合には，マシン語にすると，

C6・30

のように，アセンブルされます。

実際にマシン語でプログラムを組んで行くと定数を直接Aレジスタに加えたり，比較したりする事はかなり多く行いますから直接数値を与える事ができるのは大へん便利です。

◎Aレジスタに指定したメモリの内容を加える命令

この命令を使えば，Aレジスタにメモリの内容を加える事ができますが，その場合のメモリのアドレスを指定するためには，HLレジスタ対，IXレジスタ，IYレジスタのいずれかを用います。ここでは，8080CPUにも使われて，もっとも簡単なHLレジスタ対を使ったアドレス指定を考えてみましょう。

ニーモニックで

```
ADD    A,(HL)
```

をすれば，Aレジスタの内容にHLレジスタ対が指すアドレスの内容が加えられます。マシン語では“86”の1バイトです。

ここで一つの例をあげてみましょう。

```
LD     HL,E000H
LD     A,03H
LD     (HL),A
ADD    A,(HL)
```

ずいぶんむだの多いプログラムですが，これを実行する事によってAレジスタに，06Hが代入されることがおわかりいただけるでしょうか？

◎Aレジスタにレジスタとキャリー・フラグを加える命令

この命令は，Aレジスタに他の8ビットのレジスタの内容を加えさらにキャリー・フラグを加えるためのものです。この命令は特に2バイト以上に渡る数値を加算する場合に有効となります。

例えば，DEレジスタ対とBCレジスタ対の和をDEレジスタ対に入れる様な場合には，まず下位のEレジスタとCレジスタの和をEレジスタに入れてから，上位のDレジスタとBレジスタを加えて，Dレジスタに入れればよいのですが，下位の加算で桁上りが生じた場合には，その分も上位に加えてやらなければなりません。

下位の加算は，もちろんADD命令を使うのですが，そこで桁上りが生じた場合には，キャリー・フラグが1にセットされますから，上位の加算の時にキャリー・フラグも加えることによって桁上りの処理ができます。

それでは今の，DEレジスタ対とBCレジスタ対の加算をプログラムにしてみましょう。

```
LD     A,E  ┐
ADD    A,C  ├ 下位バイトを加算
LD     E,A  ┘
LD     A,D  ┐ 上位バイトを加算し，
ADC    A,B  ├ 下位からの桁上りも加
LD     D,A  ┘ える
```

このADC命令がキャリー・フラグを含めた加算命令です。ADCは，“ADd with Carry”（キャリーと共に加える）の略です。

◎Aレジスタに直接数値を加えキャリー・フラグも加える命令

この命令も2バイト以上の加算を行うために有効な命令です。

プログラムの例として，DEレジスタ対の内容に，16進数値の5678Hを加える場合を考えてみましょう。

```
LD     A,E    ┐ Eレジスタに78Hを
ADD    A,78H  ├ 加えて下位バイトの
LD     E,A    ┘ 加算を実行
LD     A,D    ┐ Dレジスタに56Hを
ADC    A,56H  ├ 加え，キャリー・フ
LD     D,A    ┘ ラグも加える
```

このようにキャリー・フラグは加算命令を実行する場合には，桁上りを表します。つまり，1バイトの数値同士を加えた和が1バイトに入りきれなくなった場合，FFHをこえた場合に1にセットされ，それ以外は0になります。これを利用する事によって，多バイトに渡る数値の加算を行う事が可能となります。

◎Aレジスタに指定したメモリの内容を加えキャリー・フラグも加える命令

この命令は，Aレジスタにメモリに入っている内容を加え，その上にキャリー・フラグを加える

ものですが，メモリのアドレスを指定するためには，HLレジスタ対，IXレジスタ，またはIYレジスタを使用します。

連続したメモリに入っている2バイト以上に渡る数値を扱う場合には，特に有効な命令となります。

◎Aレジスタからレジスタの内容を引く命令

この命令はAレジスタから8ビットのレジスタの内容を引くための命令で当然の事ですが8ビットの減算を行うために使用します。

例えば，Aレジスタの内容からEレジスタの内容を引いた差をAレジスタに入れるために

```
SUB     E
```

と書きます。一見して，Aレジスタを第1オペランドに入れて，

```
SUB     A，E
```

と書くのが正しいように思えますが，SUB命令の対象は必ずAレジスタになりますので省略するのが正しいニーモニックです。

SUBとは，英語の"SUBtract"の略で意味は，引くとか減じるとかいう事です。

この命令を使えば，AレジスタからA，B，C，D，E，H，Lの各レジスタの内容を引く事ができ，全て1バイトのマシン語にアセンブルする事ができます。

```
SUB     A
```

はAレジスタを0にするためなどに使います。

◎Aレジスタから直接数値を引く命令

Aレジスタから直接数値を引く場合，例えばAレジスタから12Hを引く時には，

```
SUB     12H
```

を行います。Aレジスタから12Hを引いた差はAレジスタに納められます。

マシン語にアセンブルした2バイト目は引きたい数値を割り当て，上のニーモニックをマシン語に直すと

```
D6・12
```

になります。

◎Aレジスタから指定したメモリの内容を引く命令

この命令の場合もメモリの指定に，HLレジスタ対，IXレジスタ又はIYレジスタを用います。

Aレジスタから，E000H番地の内容を引いた差をAレジスタに納めるプログラムを以下に示しますので考えてみてください。

```
LD      HL，E000H
SUB     (HL)
```

この例ではHLレジスタ対をアドレスを指定するために用いています。

◎Aレジスタからレジスタの内容とキャリー・フラグを引く命令

2バイト以上に渡る数値の減算を行う場合に有効な命令で，Aレジスタの内容からCレジスタの内容を引いた上にキャリー・フラグを引くためには，

```
SBC     A，C
```

を行います。これは，"SUBtract with Carry"の略でキャリーと共に引くということです。又，SBC命令は16ビットの演算命令にも有りますので第1オペランドの"A"は必ず付けなければなりません。

命令の対象となるレジスタは，A，B，C，D，E，H，Lの各レジスタです。以下にBCレジスタ対からDEレジスタ対を引くプログラムを示します。

```
LD      A，C  ┐
SUB     E     ├ 下位バイトを減算
LD      C，A  ┘
LD      A，B  ┐
SBC     A，D  ├ 上位バイトを減算
LD      B，A  ┘
```

◎Aレジスタから直接数値を引きキャリー・フラグを引く命令

この命令は，2バイト以上に渡る減算に使いますがあらかじめ引く数値がわかっている場合に使います。

例えばBCレジスタ対の内容から，1234Hを引く場合には次のようなプログラムとなります。

```
LD    A, C    ｝Cレジスタから34H
SUB   34H     ｝を減じて下位バイト
LD    C, A    ｝の減算を実行
LD    A, B    ｝Bレジスタから12H
SBC   A, 12H  ｝を減じて，キャリー・
LD    B, A    ｝フラグも減じる
```

命令は全て2バイトにアセンブルし2バイト目は引きたい16進数を直接割り当てます。上記の

SBC　A，12H

はマシン語では，

DE・12

となります。

◎Aレジスタから指定したメモリの内容を引きキャリー・フラグを引く命令

アドレスの指定には，おなじみのHLレジスタ対，IXレジスタ，IYレジスタを使います。

この命令は，2バイト以上に渡る数値の減算で特にメモリ上の数値を扱う際に使用します。

ここまで読んで来られた皆さんなら，そろそろ御自分でプログラム例を組めるのではないでしょうか。

1 BYTE

ところで皆さんは，1バイトの数値でどれだけの表現方法があると思いますか？

Z80のマシン語を扱って行く場合には少なくとも，

① 16進数
② 2進数
③ 10進数　i）符号無し
　　　　　ii）符号付き

の4種は知っていなければなりません。

そこで，これら4種の表現方法をすぐに比較できるように表にしたものが第37図です。この図では，00H～FFHまでの16進数を，2進数，符号無し10進数，符号付き10進数に変換して比較できる様になっています。

また，この図をPC－8822，PC－8023C等に打ち出すためのプログラムを参考に掲載します。皆さんも，この表をながめることによって，コンピュータ内部の表現形式に親しんで欲しいと思います。

《第37－A図》16進数・2進数・10進数（符号あり，なし）変換表
出力リスト

```
100 DEFINT A-Z
110 LPRINT CHR$(&H1B);"Q";CHR$(&H1B);"!";CHR$(12);
120 FOR K=0 TO 63
130   FOR I=K TO 255 STEP 64
140     LPRINT RIGHT$("0"+HEX$(I),2);"  ";
150     FOR J=7 TO 0 STEP -1
160       IF 0<(I AND (2^J)) THEN LPRINT "1"; ELSE LPRINT "0";
170     NEXT J
180     LPRINT "  ";:LPRINT USING "###";I;:LPRINT "  ";
190     IF 127<I THEN LPRINT USING "####";I-256; ELSE LPRINT USING "####";I;
200     LPRINT "          ";
210   NEXT I
220   LPRINT
230 NEXT K
```

《第37-B図》16進数・2進数・10進数(符号あり，なし)変換表

00	00000000	0	0	40	01000000	64	64	80	10000000	128	-128	C0	11000000	192	-64
01	00000001	1	1	41	01000001	65	65	81	10000001	129	-127	C1	11000001	193	-63
02	00000010	2	2	42	01000010	66	66	82	10000010	130	-126	C2	11000010	194	-62
03	00000011	3	3	43	01000011	67	67	83	10000011	131	-125	C3	11000011	195	-61
04	00000100	4	4	44	01000100	68	68	84	10000100	132	-124	C4	11000100	196	-60
05	00000101	5	5	45	01000101	69	69	85	10000101	133	-123	C5	11000101	197	-59
06	00000110	6	6	46	01000110	70	70	86	10000110	134	-122	C6	11000110	198	-58
07	00000111	7	7	47	01000111	71	71	87	10000111	135	-121	C7	11000111	199	-57
08	[illegible]	8	8	48	01001000	72	72	88	10001000	136	-120	C8	11001000	200	-56
09	00001001	9	9	49	01001001	73	73	89	10001001	137	-119	C9	11001001	201	-55
0A	00001010	10	10	4A	01001010	74	74	8A	10001010	138	-118	CA	11001010	202	-54
0B	00001011	11	11	4B	01001011	75	75	8B	10001011	139	-117	CB	11001011	203	-53
0C	00001100	12	12	4C	01001100	76	76	8C	10001100	140	-116	CC	11001100	204	-52
0D	00001101	13	13	4D	01001101	77	77	8D	10001101	141	-115	CD	11001101	205	-51
0E	00001110	14	14	4E	01001110	78	78	8E	10001110	142	-114	CE	11001110	206	-50
0F	00001111	15	15	4F	01001111	79	79	8F	10001111	143	-113	CF	11001111	207	-49
10	00010000	16	16	50	01010000	80	80	90	10010000	144	-112	D0	11010000	208	-48
11	00010001	17	17	51	01010001	81	81	91	10010001	145	-111	D1	11010001	209	-47
12	00010010	18	18	52	01010010	82	82	92	10010010	146	-110	D2	11010010	210	-46
13	00010011	19	19	53	01010011	83	83	93	10010011	147	-109	D3	11010011	211	-45
14	00010100	20	20	54	01010100	84	84	94	10010100	148	-108	D4	11010100	212	-44
15	00010101	21	21	55	01010101	85	85	95	10010101	149	-107	D5	11010101	213	-43
16	00010110	22	22	56	01010110	86	86	96	10010110	150	-106	D6	11010110	214	-42
17	00010111	23	23	57	01010111	87	87	97	10010111	151	-105	D7	11010111	215	-41
18	00011000	24	24	58	01011000	88	88	98	10011000	152	-104	[illegible]	11011000	216	-40
19	00011001	25	25	59	01011001	89	89	99	10011001	153	-103	D9	11011001	217	-39
1A	00011010	26	26	5A	01011010	90	90	9A	10011010	154	-102	DA	11011010	218	-38
1B	00011011	27	27	5B	01011011	91	91	9B	10011011	155	-101	DB	11011011	219	-37
1C	00011100	28	28	5C	01011100	92	92	9C	10011100	156	-100	DC	11011100	220	-36
1D	00011101	29	29	5D	01011101	93	93	9D	10011101	157	-99	DD	11011101	221	-35
1E	00011110	30	30	5E	01011110	94	94	9E	10011110	158	-98	DE	11011110	222	-34
1F	00011111	31	31	5F	01011111	95	95	9F	10011111	159	-97	DF	11011111	223	-33
20	00100000	32	32	60	01100000	96	96	A0	10100000	160	-96	E0	11100000	224	-32
21	00100001	33	33	61	01100001	97	97	A1	10100001	161	-95	E1	11100001	225	-31
22	00100010	34	34	62	01100010	98	98	A2	10100010	162	-94	E2	11100010	226	-30
23	00100011	35	35	63	01100011	99	99	A3	10100011	163	-93	E3	11100011	227	-29
24	00100100	36	36	64	01100100	100	100	A4	10100100	164	-92	E4	11100100	228	-28
25	00100101	37	37	65	01100101	101	101	A5	10100101	165	-91	E5	11100101	229	-27
26	00100110	38	38	66	01100110	102	102	A6	10100110	166	-90	E6	11100110	230	-26
27	00100111	39	39	67	01100111	103	103	A7	10100111	167	-89	E7	11100111	231	-25
28	00101000	40	40	68	01101000	104	104	A8	10101000	168	-88	E8	11101000	232	-24
29	00101001	41	41	69	01101001	105	105	A9	10101001	169	-87	E9	11101001	233	-23
2A	00101010	42	42	6A	01101010	106	106	AA	10101010	170	-86	EA	11101010	234	-22
2B	00101011	43	43	6B	01101011	107	107	AB	10101011	171	-85	EB	11101011	235	-21
2C	00101100	44	44	6C	01101100	108	108	AC	10101100	172	-84	EC	11101100	236	-20
2D	00101101	45	45	6D	01101101	109	109	AD	10101101	173	-83	ED	11101101	237	-19
2E	00101110	46	46	6E	01101110	110	110	AE	10101110	174	-82	EE	11101110	238	-18
2F	00101111	47	47	6F	01101111	111	111	AF	10101111	175	-81	EF	11101111	239	-17
30	00110000	48	48	70	01110000	112	112	B0	10110000	176	-80	F0	11110000	240	-16
31	00110001	49	49	71	01110001	113	113	B1	10110001	177	-79	F1	11110001	241	-15
32	00110010	50	50	72	01110010	114	114	B2	10110010	178	-78	F2	11110010	242	-14
33	00110011	51	51	73	01110011	115	115	B3	10110011	179	-77	F3	11110011	243	-13
34	00110100	52	52	74	01110100	116	116	B4	10110100	180	-76	F4	11110100	244	-12
35	00110101	53	53	75	01110101	117	117	B5	10110101	181	-75	F5	11110101	245	-11
36	00110110	54	54	76	01110110	118	118	B6	10110110	182	-74	F6	11110110	246	-10
37	00110111	55	55	77	01110111	119	119	B7	10110111	183	-73	F7	11110111	247	-9
38	00111000	56	56	78	01111000	120	120	B8	10111000	184	-72	F8	11111000	248	-8
39	00111001	57	57	79	01111001	121	121	B9	10111001	185	-71	F9	11111001	249	-7
3A	00111010	58	58	7A	01111010	122	122	BA	10111010	186	-70	FA	11111010	250	-6
3B	00111011	59	59	7B	01111011	123	123	BB	10111011	187	-69	FB	11111011	251	-5
3C	00111100	60	60	7C	01111100	124	124	BC	10111100	188	-68	FC	11111100	252	-4
3D	00111101	61	61	7D	01111101	125	125	BD	10111101	189	-67	FD	11111101	253	-3
3E	00111110	62	62	7E	01111110	126	126	BE	10111110	190	-66	FE	11111110	254	-2
3F	00111111	63	63	7F	01111111	127	127	BF	10111111	191	-65	FF	11111111	255	-1

第9章 8ビット論理演算命令

8ビット論理演算命令

第8章では、8ビットの数値間で加算・減算を行うための8ビット算術演算命令を紹介しましたが，本章では，同じく8ビットの数値間で論理演算を行うための8ビット論理演算命令を説明します。

Z80では，論理和(OR)，論理積(AND)，及び，排他的論理和（XOR）を，1ステップの命令によって求める事ができます。

N－BASICなどを使っている場合には，論理演算など不要のごとく思える場合もあるかもしれませんが，数少ない命令しか用意されていないマシン語で採用されている事でもわかるように心要不可欠な命令ですので，ぜひとも使い方を覚えて欲しいと思います。

最後には，論理命令の使用例として，あの有名なギャラクシアン……… を，一匹だけ画面上に，表示・消去するための例題を紹介しますので，ぜひ何かに応用してみてください。また，このプログラムでは，初めてインデックス・レジスタを用いたインデックス・アドレス指定を行いましたので，同時にそちらの方もマスターしてください。

◎Aレジスタとレジスタの間で論理積ANDを求める命令

Aレジスタの内容8ビットと8ビットのレジスタの間で1ビットごとに，ANDを求めるための命令です。

例えば，Aレジスタに55Hが入っており，Bレジスタに0FHが入っている場合にAND命令を実行する場合には，

AND　B

を行います。結果は必ずAレジスタに入りますのでAは省略しなければなりません。

上の論理演算を実行すると，

```
      0101  0101………55H
AND)  0000  1111………0FH
─────────────────────
      0000  0101………05H
```

となり，Aレジスタには，結果の05Hが入ります。

この様に，ANDとは，両者が1のビットのみ1となり，他のビットは全て0になる演算の事なのです。

上記のように0FHとANDをとる事は，上位4ビットを無条件に0にマスクしてしまう事になります。

◎Aレジスタと指定するメモリの内容との間で論理積ANDを求める命令

メモリの指定には，よく登場するHLレジスタ対，IYレジスタ，IXレジスタのいずれかを使用する事ができますが，ここでは最もポピュラーなHLレジスタ対の場合を例にとってみましょう。

例えばAレジスタとE000H番地の内容との間で求めた論理積を，Aレジスタに入れるのには，

```
LD      HL，E000H
AND     (HL)
```

を実行します。

同じ命令を，ＩＸレジスタを用いて考えると，

```
LD      IX，E000H
AND     (IX+00H)
```

となります。２ステップ目の

```
IX+00H
```

は，指定するアドレスが，ＩＸレジスタの内容に００Ｈを加えたアドレスという事で，もし，

```
AND     (IX+05H)
```

の場合には，Ｅ００５Ｈ番地を指定した事になります。

◎Aレジスタと直接に与える数値の間で論理積ANDを求める命令

Ａレジスタと直接に指定する８ビットの数値の間で，１ビットごとにＡＮＤを求めるための命令です。

例えば，Ａレジスタの第２ビットから第５ビットまでの真中４ビットを０にマスクするためには，

```
AND     C3H
```

を実行します。

１６進数のＣ３Ｈは２進数では，

```
1100  0011
```

ですから，どんな数値がＡレジスタに入っていても，真中の４ビットは必ず０になります。

ＡレジスタがＦＦＨの場合を考えてみましょう。

```
      1111  1111………FFH
AND)  1100  0011………C3H
─────────────────────
      1100  0011………C3H
```

この場合には，両者共に１のビットは，両端の２ビットずつしかありませんから，結局真中の４ビットは０にマスクされてしまいます。

この命令を，マシン語にアセンブルした場合は２バイトになり，１バイト目はＥ６Ｈとなり，２バイト目にはＡＮＤを求めるために直接与える数値を直接割り当てます。

上記の

```
AND  C3H
```

をアセンブルする場合には，

```
E6・C3
```

の２バイトになります。

◎Aレジスタとレジスタの間で論理和ORを求める命令

Ａレジスタの内容８ビットと，８ビットのレジスタの間で，１ビットごとにＯＲをとるための命令です。

例えば，Ｂレジスタに55Ｈが入っており，ＣレジスタにＯＦＨが入っている場合に，Ｂ，Ｃ両レジスタの論理和をＡレジスタに求めるためには，以下のようにします。

```
LD     A，B
OR     C
```

論理和は必ずＡレジスタを介して求めなければなりませんから，ＬＤ命令でＢレジスタの内容をＡレジスタに持って来た後，ＡレジスタとＣレジスタのＯＲをとります。

また，このＯＲ命令もＡを省略しなければなりません。

ちなみに上記の命令を実行すると，

```
     0101  0101…………55H
OR)  0000  1111…………0FH
─────────────────────
     0101  1111         5FH
```

となり，Ａレジスタには５ＦＨが入ります。

この様にＯＲというのは，どちらか一つが１の場合には，答えも１となるものですから，ＡＮＤ命令とは逆に８ビットの中の幾つかのビットを無条件に１にしたい時などに用いるための命令なのです。

◎Aレジスタと指定するメモリの内容との間で論理和ORを求める命令

Ａレジスタとメモリの間で求めた論理和をＡレジスタに入れる命令ですが，メモリのアドレス指定には，ＨＬレジスタ対，ＩＸレジスタ，ＩＹレジスタの中のいずれかを用います。

例えばＩＹレジスタを用いて，Ｅ０００Ｈ番地とＥ００１Ｈ番地の内容の論理和を求めて，さらにその結果とＥ００２Ｈ番地の内容の論理和をＡレジスタに収納するプログラム例を組むと次のようになります。

```
LD    IY, E000H
LD    A, (IY+00H)
OR    (IY+01H)
OR    (IY+02H)
```

IX，IYのインデックスレジスタを用いるとこのような応用が可能になります。上記の4ステップのプログラムをマシン語にアセンブルすると，

FD・21・00・E0・FD・7E・00
FD・B6・01・FD・B6・02

の13バイトになります。

◎Aレジスタとレジスタの間で論理和ORを求める命令

Aレジスタと，直接に指定する8ビットの数値の間で，1ビットごとにORを求めるための命令です。

例えば，Aレジスタの第6ビットのみを1にセットしたければ，

```
OR    40H
```

を行います。これによって，Aレジスタにどんな値が入っていても，他のビットに変化を与える事無く，第6ビットのみを1セットする事ができます。

Aレジスタに，AAHが入っている場合を考えると，

```
     1010  1010…………AAH
OR)  0100  0000…………40H
-------------------------
     1[1]10  1010…………EAH
```

となり，第6ビットが1にセットされた事がよくわかると思います。

この命令は，マシン語にアセンブルする段階で2バイトになり，1バイト目はF6Hですが，2バイト目には，ORをとるために与える数値を直接割り当てます。

◎Aレジスタとレジスタの間で排他的論理和XORを求める命令

PC－8001を使って，グラフィック画面を扱う場合などには，よくこのXORが使われます。

N－BASICのPUT@命令などの命令を使って宇宙船の絵を星の上に重ね描きしたり，元の星を消さない様に宇宙船のみを消したい場合には，オプションとして，PSETやPRESETではなく，XORを利用します。

このXORとは，一方が1でもう一方が0の場合にのみ1となって，両者が1又は両者が0の場合，つまり両方が同じ場合には0になります。

例として，Aレジスタに入っているC3Hと，Bレジスタの55HでXORをとる場合を考えてみると命令は，

```
XOR    B
```

となり，実際には，

```
      1100  0011………C3H
XOR)  0101  0101………55H
-------------------------
      1001  0110………96H
```

の演算が行われて，結果の96HがAレジスタに収納されます。

この96Hに再度

```
XOR    B
```

を行って，55HとのXORをとってみると，

```
      1001  0110………96H
XOR)  0101  0101………55H
-------------------------
      1100  0011………C3H
```

のように始めのC3Hにもどります。この原理を利用しているため，先程の宇宙船と星の例でも，星の上を重なって宇宙船が通過しても，前の星が消えずに残っているのです。

また，マシン語プログラム中では，よく，

```
XOR    A
```

という命令が使われますが，これはAレジスタの内容を00Hにクリアする場合によく用いられます。

```
LD     A, 00H
```

としても同じ事なのですが，前者の方が1バイトで済みますので，覚えておくと，なにかと便利ではないでしょうか？

◎Aレジスタと直接に与える数値の間で排他的論理和XORを求める命令

Aレジスタの内容と，直接に与える8ビットの数値の間で1ビットごとにXORをとるための命令です。

実際にこの命令を使用している例として，ギャラクシアンをテレビ画面中央付近に表示するプログラムを紹介しましょう。

プログラム例については後述しますが，本章ではＩＸレジスタをアドレス指定に用いるインデックス・アドレス指定を行っています。

◎Ａレジスタと直接に与える数値の間で排他的論理和XORを求める命令

Ａレジスタの内容と，直接に与える８ビットの数値の間で１ビットごとにXORをとるための命令です。

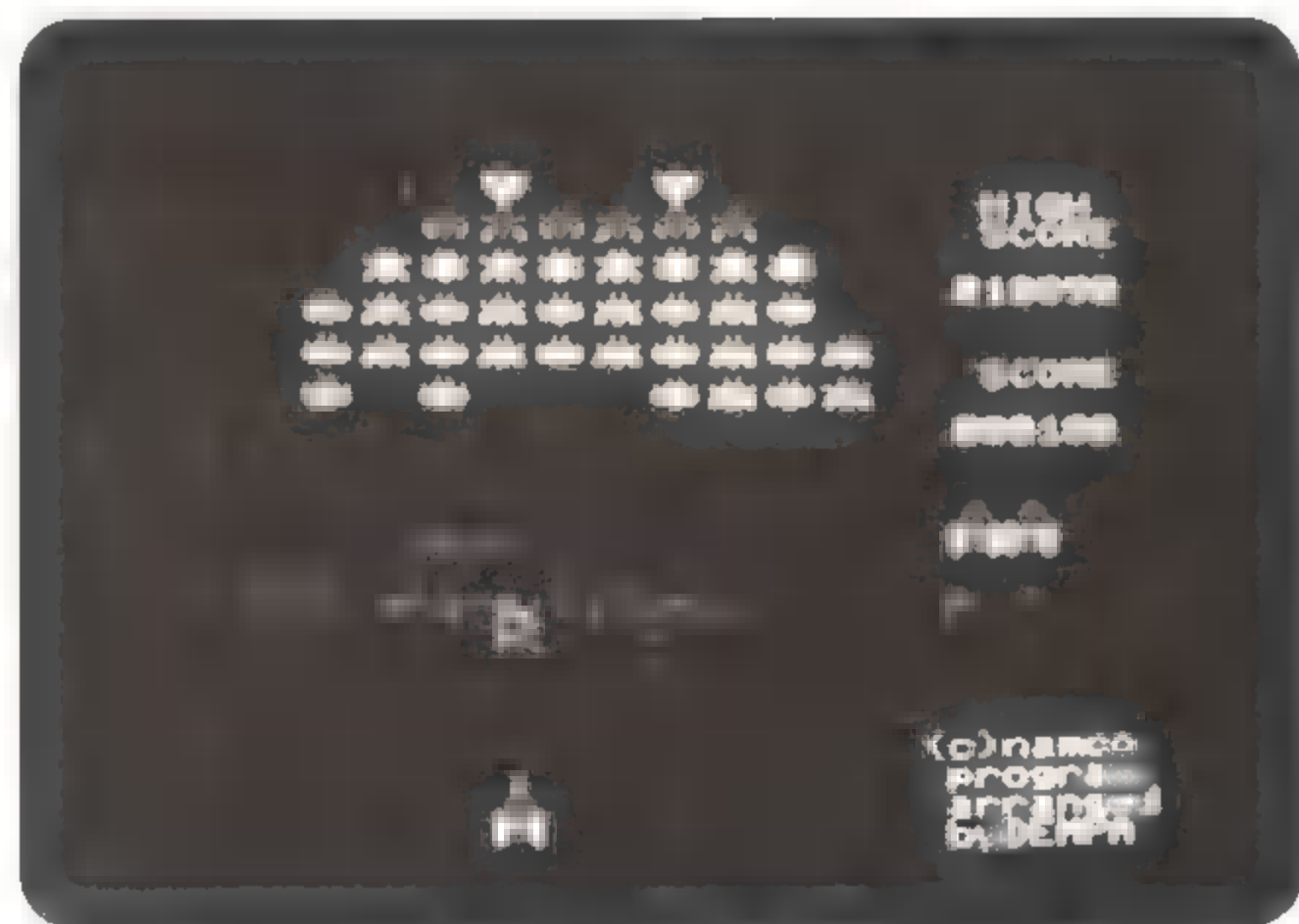
例えば，Ａレジスタと５５ＨでXORをとるためには，

　　ＸＯＲ　　５５Ｈ

を行い，マシン語では，ＥＥ・５５となります。

最後になりましたが，ＸＯＲとは，eXclusive-ＯＲの略となっています。

ギャラクシアンの点滅プログラム

論理演算命令の使用例として，ＰＣ－８００１のドット・グラフィックを用いた「ギャラクシアン表示プログラム」を紹介します。

▲DEMPAマイコンソフト（©namco）
PC－8001mkII版・ギャラクシアン

このプログラムは，テレビ画面中央に，ギャラクシアンが１匹（？）出現して点滅するプログラムで，メイン・ルーチンは，Ｎ－ＢＡＳＩＣで組んでありますが，ギャラクシアンの表示と消去のためにＥ０００Ｈ番地以降にマシン語のサブルーチンを用意して，ＸＯＲを用いて表示しています。

このプログラムでは，１本のマシン語サブルーチンのみで，表示・消去の両方を行っていますが，これもＸＯＲを利用しているので可能なのです。

１回目のループで，ギャラクシアンを表示し，２回目には，ＸＯＲを用いて同じ場所にギャラクシアンを表示する事によって消去しています。

説明だけでは，わかりにくいと思いますので，実例をあげてみましょう。

マシン語サブルーチンについて

何も表示されていない場合，グラフィック・モードのビデオ・ラムには，００Ｈが入っています。

この上に，ギャラクシアンの左肩である“　”のパターンをＸＯＲを用いて表示すると，

```
        0000  0000………00H
  XOR)  1000  1100………8CH
  ---------------------------
        1000  1100………8CH
```

となり，８ＣＨのパターンである“　”が画面上に出現するのです。

逆に消去する場合には，すでに８ＣＨのパターンが出現している部分に，同じ８ＣＨをＸＯＲすれば

```
        1000  1100………8CH
  XOR)  1000  1100………8CH
  ---------------------------
        0000  0000………00H
```

となり，画面上の８ＣＨが００Ｈとなって，消去したのと同じ事になります。

この様にＥ０００Ｈ番地からのマシン語サブルーチンでは，横１０ドット×縦８ドットの１０キャラクタのグラフィック・パターンとビデオ・ラムの内容をＸＯＲをとってその結果をビデオ・ラム上の同じ位置に送り込む役割りを果たしています。

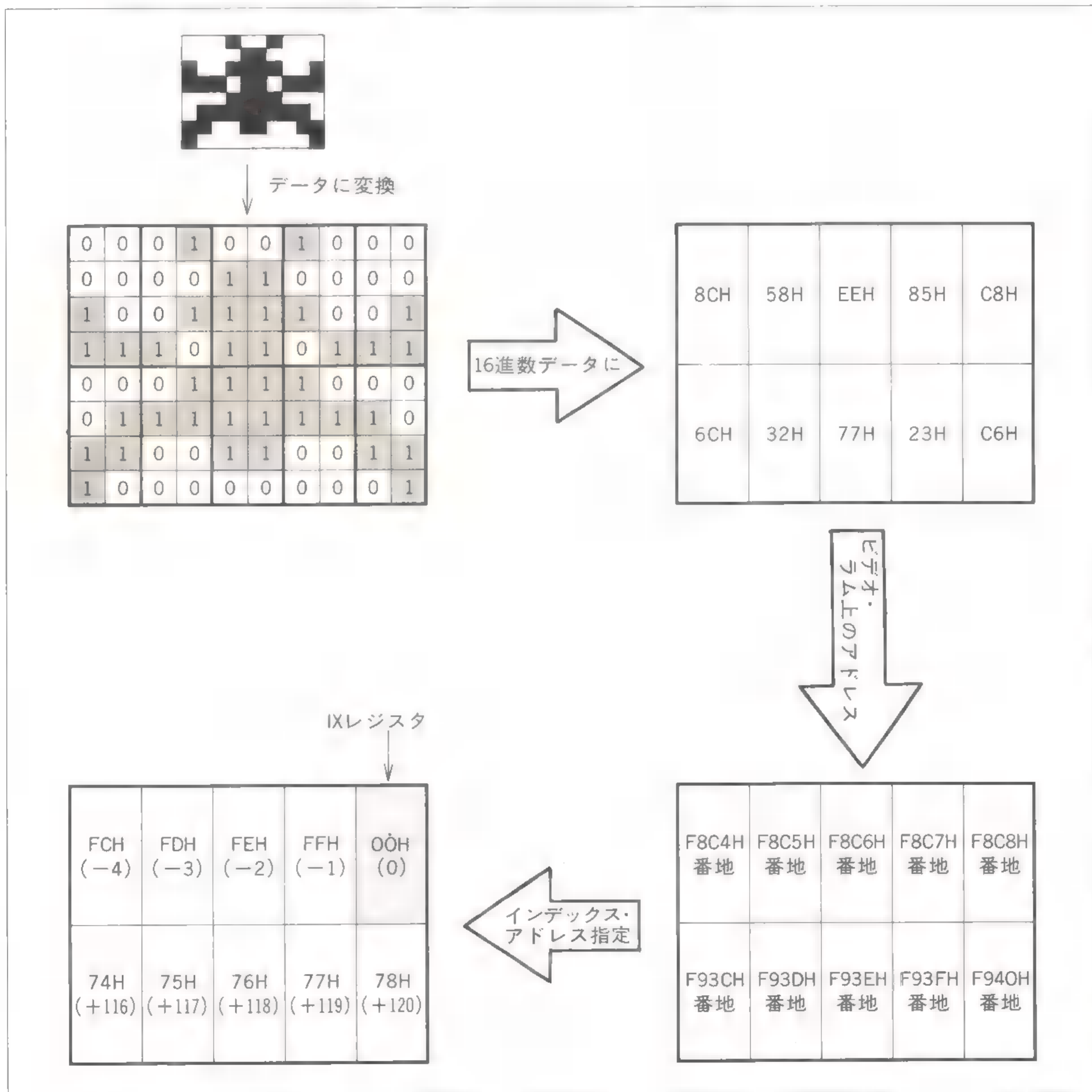
また，IXレジスタやIYレジスタなどのインデックスレジスタを用いてアドレスを指定する場合には，前章で掲載したような，符号付きの8ビットとしてアセンブルします。

220行からマシン語のデータが組み込んでありますが，マシン語データの右にREM文として，全てニーモニックを入れておきましたので，ぜひ解析して応用してみてください。

データは3行ごとに区切ってありますが，初めの3行とほとんど同じ動作をくり返しているだけですからあとはすぐ解析できると思います。

このプログラムは，打ち込んで実行しても余り楽しいものでは無く，マシン語入門のテキスト用に組んだものですから，今までに登場された命令しか使っておりません。ですから非常にむだが多くまた，ギャラクシアンのデザインなどもかなりいい加減なものですが，反面わかり易くREM文なども多用しています。

実行させるだけの場合は，200行以外のREM文は全てはずしてもかまいません。

《第3 8図》ギャラクシアン表示データ

《第39図》ギャラクシアン表示プログラム

```
100 '*************************************
110 '*** XOR GALAXIANS FOR MACHINE CODE 9 ***
120 '*** BY KIYOSHI KAWAMURA IN FORESIGHT ***
130 '*************************************
140 '
150 CLEAR 300,&HDFFF:DEFINT A-Z:GOSUB200:DEFUSR=&HE000
160 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,0:COLOR 0,0,1:PRINT CHR$(12);
170 '
180 I=USR(0):FOR W=1 TO 500:NEXT:GOTO 180 'MAIN LOOP
190 '
200 '*** READ DATA & POKE MACHINE CODE SUB ***
210 '
220 FOR A=&HE000 TO &HE054:READ M$:POKE A,VAL("&H"+M$):NEXT:RETURN
230 '
240 '   マシンゴ データ          :'     ニーモニック
250 DATA DD,21,C8,F8         :'E000 LD   IX,F8C8H
260                          :'
270 DATA 3E,8C               :'E004 LD   A,8CH
280 DATA DD,AE,FC            :'E006 XOR  (IX-4)
290 DATA DD,77,FC            :'E009 LD   (IX-4),A
300                          :'
310 DATA 3E,58               :'E00C LD   A,58H
320 DATA DD,AE,FD            :'E00E XOR  (IX-3)
330 DATE DD,77,FD            :'E011 LD   (IX-3),A
340                          :'
350 DATA 3E,EE               :'E014 LD   A,EEH
360 DATA DD,AE,FE            :'E016 XOR  (IX-2)
370 DATA DD,77,FE            :'E019 LD   (IX-2),A
380                          :'
390 DATA 3E,85               :'E01C LD   A,85H
400 DATA DD,AE,FF            :'E01E XOR  (IX-1)
410 DATA DD,77,FF            :'E021 LD   (IX-1),A
420                          :'
430 DATA 3E,C8               :'E024 LD   A,C8H
440 DATA DD,AE,00            :'E026 XOR  (IX+0)
450 DATA DD,77,00            :'E029 LD   (IX+0),A
460                          :'
470 DATA 3E,6C               :'E02C LD   A,6CH
480 DATA DD,AE,74            :'E02E XOR  (IX+116)
490 DATA DD,77,74            :'E031 LD   (IX+116),A
500                          :'
510 DATA 3E,32               :'E034 LD   A,32H
520 DATA DD,AE,75            :'E036 XOR  (IX+117)
530 DATA DD,77,75            :'E039 LD   (IX+117),A
540                          :'
550 DATA 3E,77               :'E03C LD   A,77H
560 DATA DD,AE,76            :'E03E XOR  (IX+118)
570 DATA DD,77,76            :'E041 LD   (IX+118),A
580                          :'
590 DATA 3E,23               :'E044 LD   A,23H
600 DATA DD,AE,77            :'E046 XOR  (IX+119)
610 DATA DD,77,77            :'E049 LD   (IX+119),A
620                          :'
630 DATA 3E,C6               :'E04C LD   A,C6H
640 DATA DD,AE,78            :'E04E XOR  (IX+120)
650 DATA DD,77,78            :'E051 LD   (IX+120),A
660                          :'
670 DATA C9                  :'E054 RET
```

インクリメント命令/ディクリメント命令

本章では，8ビット算術演算命令の中で残っている，インクリメント命令とディクリメント命令を紹介したいと思います。両者共に数多く使用される命令ですが，非常に簡単な命令です。

また，本章で8ビットの演算命令は全て説明を終了しますので，短いプログラム例で，ちょっとした計算を行ってみたいと思います。

単純な計算で，コンピュータの醍醐味からは程遠いですが，ぜひ実際に走らせてマシン語の楽しさを味わってみてください。

インクリメント命令/ディクリメント命令

インクリメント命令は，各レジスタ（対）やメモリ上の数値に1を加えるための命令で，主としてくり返し作業（ループ）中で用いられます。

逆に，ディクリメント命令は，各レジスタ(対)やメモリ上の数値から1を減じるための命令で，主にくり返し作業（ループ）で，何回作業を行ったかを調べるカウンタなどとして用いる事が多いようです。

ループのつくり方については，条件ジャンプの時に説明しますが，フローチャートだけを第40図に示しておきます。このフローチャートのように，ループ回数をカウントするループ・カウンタ用のレジスタを制御するのが，ディクリメント命令の最も一般的な使用方法でしょう。

また，インクリメント命令・ディクリメント命令共算術演算命令ですから，フラグに影響を与え，変化したフラグの判断は，後に登場する条件ジャンプによって行います。

なおインクリメント命令，ディクリメント命令のニーモニックは，ＩＮＣ，ＤＥＣですが，これはINCrement，DECrementの略です。

◎レジスタの内容に1を加える インクリメント命令

レジスタの内容を1だけ増加する簡単な命令ですが，この命令はかなり頻繁に使用され，無いと大変不便です。

一見して，加算命令で1を加えても同じ様に思えるかも知れませんが，Ａレジスタの内容に1を加えるだけならば，直接数値を加える事ができますから，

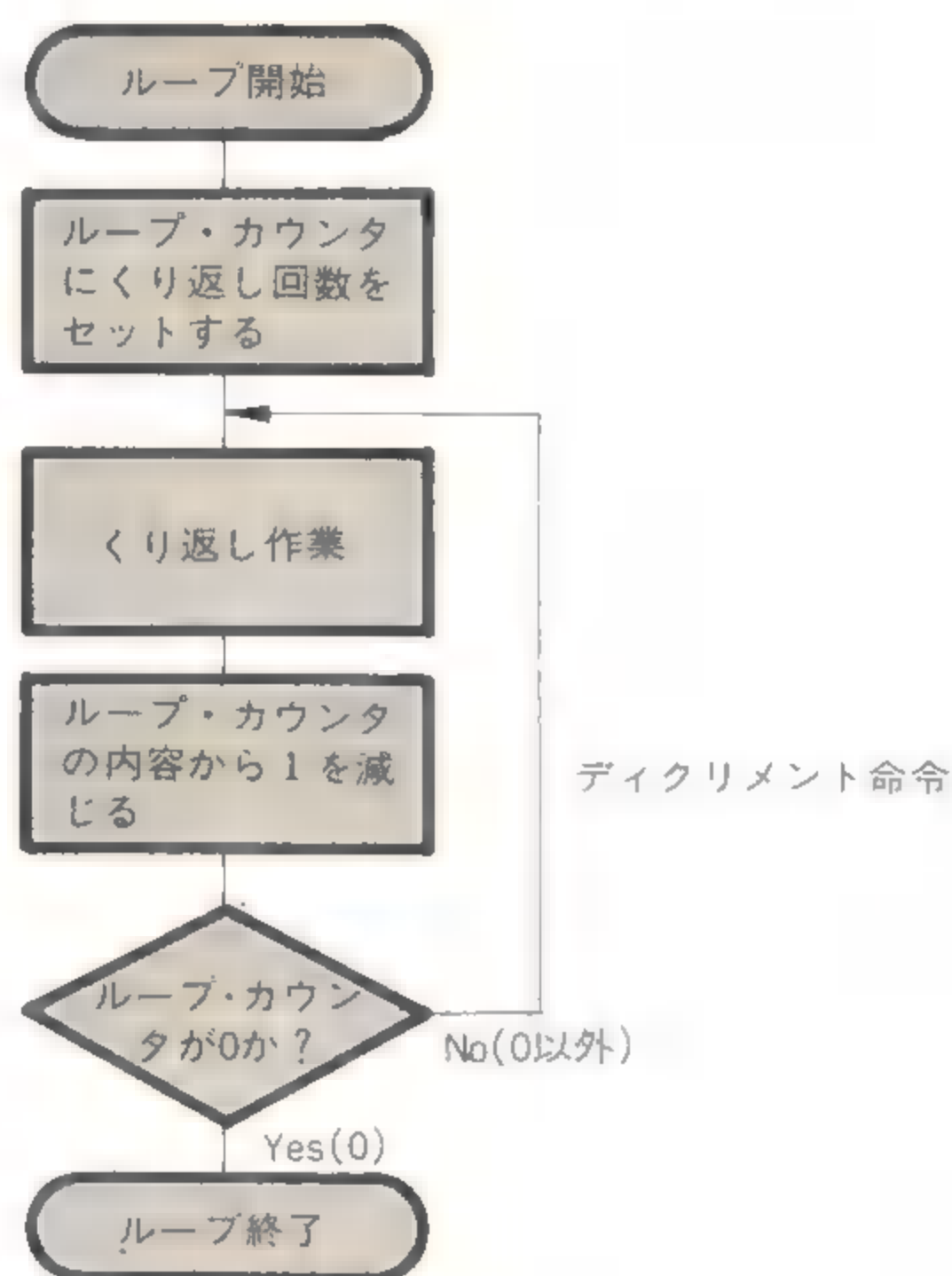
```
ADD  A，01H
```

でも良いのですが，他のレジスタたとえばＢレジスタに1を加えたければ，

```
LD   A，B
ADD  A，01H
LD   B，A
```

の様に一度他のレジスタを使わなければならず，非常に見づらい，プログラムになってしまいます。

レジスタの値に1を加えるためのインクリメント命令は，1バイトのマシン語となり，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｈ，Ｌの5個のレジスタに対して有

《第40図》ループのフローチャート

効です。

例をあげますと，Aレジスタの内容を1増すためには，

```
INC  A
```

を行い，Hレジスタの内容に3を加えるには，

```
INC  H
INC  H
INC  H
```

と，インクリメント命令を続けて三回行なえば良いのです。インクリメント命令の必要性は，N－BASICのプログラム中などに，

A＝A＋1

などが多く使われている事でもわかると思います。

◎指定メモリの内容に1を加える　インクリメント命令

メモリを指定して，そのメモリの内容に1を加えるための命令で，メモリの指定は，HLレジスタ対，IXレジスタ，IYレジスタのいずれかを用います。

アドレス指定にHLレジスタ対を用いた場合には1バイトのマシン語にアセンブルしますが，IX又はIYのインデックス・レジスタでアドレス指定を行う場合には，3バイトのマシン語命令になります。

例として，E000H番地からE004H番地までの内容を全て，1ずつ増加するためのプログラムを次に示しますが，アドレス指定にはIXレジスタを用いました。

```
LD     IX，E000H
INC    (IX+00H)
INC    (IX+01H)
INC    (IX+02H)
INC    (IX+03H)
INC    (IX+04H)
```

このプログラム例はインデクス・レジスタを用いると簡単ですが，HLレジスタ対では多少面倒になります。

◎レジスタの内容から1を減じる　ディクリメント命令

各レジスタの内容を－1するための命令で，Z80によって，くり返し（ループ）処理を行う場合には，必ずと言って良いほど用いられる命令ですので，通常のプログラム中には，かなり頻繁に登場する重要な命令です。

例えば，

```
DEC  B
```

を行う事によって，Bレジスタの内容から1を減じる事ができ，同じ様にして，A，B，C，D，E，H，Lの各レジスタの内容から1を減じる事ができます。

又，このディクリメント命令は，全て1バイトのマシン語にアセンブルします。

ディクリメント命令の重要性は，N－BASIC等の，FOR～NEXTループを使う頻度が高い事でもわかると思いますが，もちろん減算命令を用いて1を減じても同じ事です。このように同じ事を行うための命令が用意してあっても，頻繁に使われる命令では，少しでも省メモリで又，見易いプログラムを組むための配慮がされているのです。

◎指定メモリの内容から1を減じる　ディクリメント命令

HLレジスタ対，IXレジスタ，IYレジスタによって指定したメモリの内容から1を減じるための命令で，アドレス指定にHLレジスタ対を使

用した場合は1バイトに，インデックス・レジスタを使用した場合には3バイトになります。

例えば，E000H番地の内容から1を減じる場合には，

```
        LD      HL，E000H
        DEC     (HL)
```

又は，

```
        LD      IX，E000H
        DEC     (IX＋00H)
```

のように行います。

プログラム例

以上で，8ビットの算術・論理演算命令を全て説明しましたので，それらの命令を使った応用プログラムを紹介したいと思います。

又，第44図に，8ビット演算命令のニーモニック→マシン語の対応表を掲載しておきますので，御自分のプログラムを組む時の参考にしてください。

第41図のプログラム例を見てください。これは，Aレジスタの内容に1を加えて5倍した後3を減じたものをAレジスタにもどすためのプログラム例です。

A←（A＋1）×5－3

まず，Aレジスタの内容に1を加えるために，今月説明したインクリメント命令を用いて，

```
        INC   A
```

を行います。

次に，Aレジスタの内容を5倍するのですが，そのために，わざわざ乗算のためのサブルーチンを用いるのもたいへんですから，

A×5＝A×（4＋1）＝A×4＋A

のように変形して，Aレジスタの内容を4倍したものに，さらに，4倍する前のAレジスタの内容を加える事によって，5倍しています。

Aレジスタの内容を4倍するためには，加算命令を用いて，Aレジスタの内容を2倍し，その結果をさらに2倍しています。

最後に，

```
        SUB     3
```

で，Aレジスタの内容から直接3を減じました。

これで，Aレジスタの内容に，1を加えた後5倍しさらに3を減じたわけですが，計算途中にBレジスタも用いました。

ただし，このプログラムで計算を行う場合，計算過程のどこかで，数値が1バイトを超えて桁あふれを起こした時には，下位1バイトのみが有効となり，桁あふれはその場で即切り捨てられてしまいます。初めの数値をAレジスタに与える時に注意してください。

《第41図》プログラム1（実行不可能）

```
        INC     A
        LD      B，A
        ADD     A，A
        ADD     A，A
        ADD     A，B
        SUB     3
```

プログラム例の実行方法

本書をお読みのみなさんでマシン語を勉強中の方は本書以外にも多くの専門書や関係雑誌などを読んでおられる事と思います。

この本だけでも毎章4～5本程度のプログラム例を掲載していますから，それら全ての文献のプログラム例を合わせると，かなりの数になる事でしょう。

マイクロコンピュータを，理解するためには，この様な短いプログラムを，数多く実際に実行させてみる事が重要だと思うのですが，残念ながら

《第42図》プログラム2（実行可能）

```
        LD      A，(E000H)
        INC     A
        LD      B，A
        ADD     A，A
        ADD     A，A
        ADD     A，B
        SUB     3
        LD      (E000H)，A
        JP      5C66H
```

全てのプログラム例が即実行できるかと申しますと，そうではないのです。

なぜならば，まず第一に各機種間の互換性の問題があります。Z80と，6800の様に使用されているＣＰＵが異なる場合にはもちろんの事ですが，例えば，ＴＲＳ－80とＭＺ－80の様におなじＺ80を使用していても，ＲＯＭやＢＡＳＩＣシステム内のサブルーチンを使用していたり，Ｖ－ＲＡＭのアドレスが各機種間で異なったりするために，同じマシン語のプログラム例が全ての機種で同じ様に実行できるわけでは無いのです。

このような理由から，マシン語を勉強するための文献，資料などを選択する場合には，御自分でお持ちの機種用として発表されているものか，できるだけ機種への依存性が少ないものを選ぶべきでしょう。

第二にこうしたプログラム例全てが実行する事を目的としているわけではありません。この点では，私自身も責任を感じているのですが，誌面の都合や説明のし易さから，全てのプログラム例を，アセンブルリストやダンプリストを付けた上で掲載するわけにはいかないのです。ニーモニックのみのプログラム例の場合には，読者の皆さんに御自分でアセンブルしていただかなければなりません。その場合にはアセンブラ等を用いれば簡単にアセンブルを行う事ができますが，できれば，ニーモニック──→マシン語の対応表をひきながらのハンド・アセンブルを行う事によって，よりマシン語を覚える事ができると思います。

また，プログラム例の中には実行結果を確認できないものも多くあります。なぜなら，マシン語で扱うレジスタの内容を確認したり，レジスタに値を代入したりする事が，できない事が多いのです。マシン語を中心として考えていた，ワンボード・マイコンの頃は，モニタにこのような機能が付属していたものですが、最近のパーソナル・コンピュータは，ＢＡＳＩＣ中心であり，ＰＣ－8001等も例外ではありません。

この様な場合には，実行結果をレジスタではなく，ダンプして確認できるメモリ上や，Ｖ－ＲＡＭ上に移して，調べるのが良いでしょう。

本書の第４章で紹介した，レジスタ表示プログラム，“MINI BREAK POINTER”などのユーティリティ・プログラムを利用するものも一つの方法だと思います。

説明だけでは無責任だと思いますので，先程説明した第４１図のプログラム例を，ＰＣ－8001で実行し，実行結果を確認できる様にしてみましょう。

幸いな事に？　このプログラムは，そのままＰＣ－8001で実行し，結果を調べてみる事ができません。

まず，実行直後にＡレジスタに代入するための数値を，どこかのアドレスに入れておいて，ロード命令によって，Ａレジスタに代入します。そして，全ての演算が終了した時点で，Ａレジスタに入っている結果を，ロード命令で，今度はＡレジスタから先程のアドレスに移します。最後は，ジャンプ命令で，

ＪＰ　　５Ｃ６６Ｈ

《第４３図》プログラム２のアセンブルリスト

アドレス	マシン語	ニーモニック	コメント
Ｄ０００	３Ａ　００　Ｅ０	ＬＤ　Ａ，（Ｅ０００Ｈ）	Ａレジスタに引数を代入する。
Ｄ００３	３Ｃ	ＩＮＣ　Ａ	Ａレジスタの内容に１を加える。
Ｄ００４	４７	ＬＤ　Ｂ，Ａ	Ａレジスタの内容を５倍する。
Ｄ００５	８７	ＡＤＤ　Ａ，Ａ	
Ｄ００６	８７	ＡＤＤ　Ａ，Ａ	
Ｄ００７	８０	ＡＤＤ　Ａ，Ｂ	
Ｄ００８	Ｄ６　０３	ＳＵＢ　３	Ａレジスタの内容から３を減じる。
Ｄ００Ａ	３２　００　Ｅ０	ＬＤ　（Ｅ０００Ｈ），Ａ	Ｅ０００Ｈ番地に結果を入れる。
Ｄ００Ｄ	Ｃ３　６６　５Ｃ	ＪＰ　５Ｃ６６Ｈ	マシン語モニタにジャンプする。

の様に，マシン語モニタにジャンプします。

Aレジスタへの引数を与え，結果を収納するのには，E000H番地を用い，結果は，マシン語モニタのDコマンドによって，

DE000，E000$^{C}_{R}$

のようにして，調べる事ができます。

以上の変更を行ったプログラムが，第42図のプログラムで，さらにアセンブルしたものが第43図になります。プログラムは，D000H番地に置きましたが，どのアドレスに置いてもモニタのGコマンドで実行できます。

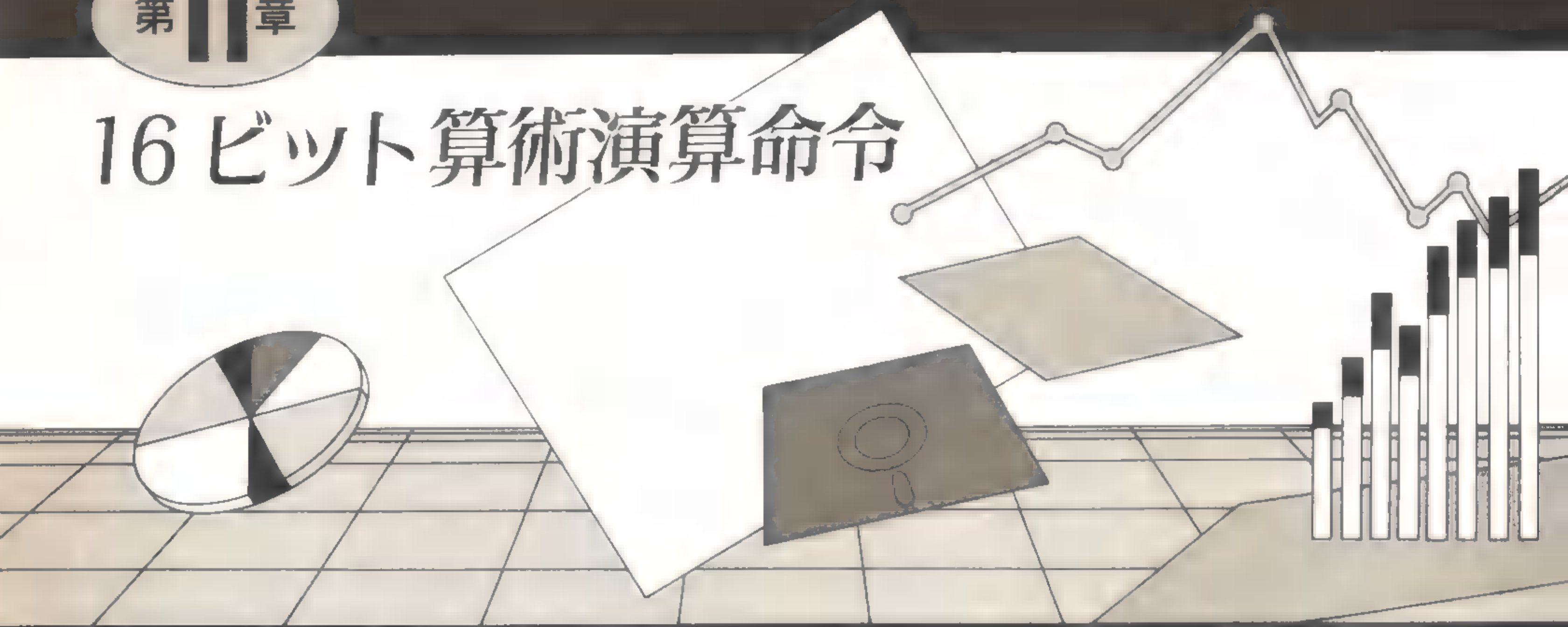
なお，当然の事ですが，E000H番地には，16進数で引数を与え，結果も16進数で入ります。例えば，02HをE000H番地に入れてプログラムを実行させると，0CHが結果として得られるはずです。

まとめ

本章では，8ビットのインクリメント命令とディクリメント命令を紹介しました。次章では，いよいよ16ビットの演算命令を行います。後は条件ジャンプさえ理解すれば，かなり楽しい事ができるはずですから，もう少しの間ガンバッテください。

《第44図》 8ビット算術論理演算

×	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(IX+d)	(IY+d)	n
ADD A, ×	87	80	81	82	83	84	85	86	DD 86 d	FD 86 d	C6 n
ADC A, ×	8F	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	DD 8E d	FD 8E d	CE n
SUB ×	97	90	91	92	93	94	95	96	DD 96 d	FD 96 d	D6 n
SBC A, ×	9F	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	DD 9E d	FD 9E d	DE n
AND ×	A7	A0	A1	A2	AB	A4	A5	A6	DD A6 d	FD A6 d	E6 n
XOR ×	AF	A8	A9	AA	A3	AC	AD	AE	DD AE d	FD AE d	EE n
OR ×	B7	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	DD B6 d	FD B6 d	F6 n
CP ×	BF	B8	B9	BA	BB	BC	BD	BE	DD BE d	FD BE d	FE n
INC ×	3C	04	0C	14	1C	24	2C	34	DD 34 d	FD 34 d	
DEC ×	3D	05	0D	15	1D	25	2D	35	DD 35 d	FD 35 d	

16ビット算術演算命令

16ビット算術演算命令

本章で紹介するのは16ビットのレジスタ間で算術演算を行うための16ビット算術演算命令です。

命令自体は，全て8ビット算術演算命令で説明したものばかりで，それらの16ビット版といったところですから，それほどわかりづらい事もないでしょう。

ただし命令自体は同じでもフラグの変化が8ビット版の算術演算命令とは異なりますので注意しなければなりません。

8ビットの算術演算命令ではほとんどのフラグに影響を与えていましたが，今回の16ビット算術演算命令では比較的影響を受けないフラグが多いのです。特に16ビットのインクリメント命令，ディクリメント命令などは全くフラグを変化させません。

これは，8ビットの方が演算後の条件判断をより意識しているのに対して，16ビットの方はメモリ上のデータ扱う場合のポインタなどとして用いいる事を第一に考えているためでしょう。

今のところは，条件判断の命令を説明していませんから問題はないと思いますが，条件ジャンプ命令などを頻繁に用いる様になると重要な問題になるでしょう。

私も前に，月刊マイコン誌上の「オセロ大会」に参加すべくオセロ・ゲームの探索ルーチンを制作中に，16ビットのディクリメント命令後にゼロ・フラグ（Z）が変化すると信じ込んだ条件ジャンプ命令を行ったバグが，どうしてもわからずに制作を中断し，気が付いた時には，制作意欲が無くなっていた経験があります。その頃は，アセンブラなど未だ無く，全てハンド・アセンブルでしたので，制作意欲はプログラミング上かなり重要な位置を占め，そのプログラムは未完成に終りましたが，読者の皆さんもこのような事のないように，フラグの変化には気を付けてください。

使い易いアセンブラやデバッキング・ツールなどが出回り，マシン語のプログラムも組み易くはなってきましたが，それでも根本的なアルゴリズムの間違いだけは人間の注意によって防がなければなりません。結局アセンブラが面倒を見てくれるのは，

Ｓｙｎｔａｘ　ｅｒｒｏｒ（記述ミス）

だけなのです。

◎HLレジスタ対の内容に16ビットのレジスタ(対)の内容を加える命令

8ビットの加算命令では，Ａレジスタとレジスタの内容を加えて，結果は必ずＡレジスタに収納されましたが，16ビットの加算命令ではＡレジスタのかわりに，ＨＬレジスタ対，ＩＸレジスタ，ＩＹレジスタを用いる事ができます。

ＨＬレジスタ対を用いる場合には，ＨＬレジスタ対と，ＢＣレジスタ対，ＤＥレジスタ対，ＨＬ

レジスタ対，スタック・ポインタ（SP）の各レジスタの間で和を求める事ができます。

スタック・ポインタ（SP）との間で，加算を行う事ができるのも，16ビットの演算命令がアドレス制御を意識しているためでしょう。この命令はシステム関係のプログラム，特にデバッカなどスタック・ポインタの値を調べる必要がある場合には大へん便利で，

```
LD    HL, 0000H
ADD   HL, SP
```

を行う事で，スタック・ポインタ（SP）の内容がHLレジスタ対に移されます。

また,HLレジスタ対の内容を2倍する場合などに

```
ADD   HL, HL
```

を用いる事もできます。

いずれにしてもHLレジスタ対は，アドレス指定の中心となるものですから，このレジスタ対を中心として16ビットの演算が行える事によって，80系CPUの弱点であるアドレッシング・モードの貧弱さを十分にカバーしていると思います。

HLレジスタ対を対象とした16ビットの加算命令は1バイト命令ですから省メモリの点からも安心して使える命令と言えるでしょう。

◎IXレジスタの内容に16ビットのレジスタ(対)の内容を加える命令

前述した命令の対象がHLレジスタ対からIXレジスタに移ったものと考えれば良いでしょう。

ただし，マシン語にアセンブルするとHLレジスタ対を対象とする場合より，1バイト目にDDHが付いて，メモリを1バイト多く必要とします。

◎IYレジスタの内容に16ビットのレジスタ(対)の内容を加える命令

命令の対象がIYレジスタに移ったものです。

◎HLレジスタ対から16ビットのレジスタ(対)の内容を減じる命令

HLレジスタ対から他のレジスタ（対）の内容を減じた差をHLレジスタ対に求めるための命令ですが，同時にキャリー・フラグ（CY）も減じてしまいますから，例えばHLレジヌタ対からDEレジスタ対の内容を減じる場合には，

```
SUB   HL, DE
```

では無く

```
SBC   HL, DE
```

となります。

キャリー・フラグ（CY）を含めない普通の減算命令が用意されていないのは，多少不便な点もありますが，キャリー・フラグ（CY）を0にリセットしておいてから，この命令を実行すれば同じ事です。キャリー・フラグ（CY）を0にリセットするためにはいくつかの方法がありますが，本書の第9章でも紹介した8ビット論理演算命令を実行すれば良いので，他に影響を与えない

```
AND   A
```

などを行い，キャリー・フラグを0にリセットしてから，SBC命令を実行すれば良いでしょう。

HLレジスタ対から，単にBCレジスタ対の内容を減じるためには，

```
AND   A
SBC   HL, BC
```

となります。

以上の例でもわかる様に，16ビットの減算命令というのは，単に16ビットの減算を行うためではなく，もう少し多ビットに渡る減算を行うために用意されているのです。

また，この命令では，HLレジスタ対からBCレジスタ対，DEレジスタ対，HLレジスタ対，スタック・ポインタ（SP）の内容を減じる事ができ，全て2バイト命令となります。

◎16ビットのレジスタ(対)に1を加える命令

16ビットのレジスタ（対）用のインクリメント命令で，指定したレジスタ（対）の値に1を加える事ができます。

実際に使用する場合には，ループ（くり返し）処理中などで，アドレス指定用のレジスタ対をインクリメントして行き，メモリ中のデータを扱う事が多く，ループ処理中でこそ，この命令の本領が発揮できるのではないでしょうか？

この命令によってインクリメントできる16ビットのレジスタ（対）はBCレジスタ対，DEレジスタ対，HLレジスタ対，スタック・ポインタ(S

P)，IXレジスタ，IYレジスタの6組で，例えばHLレジスタ対に1を加えたい場合

　　INC　HL

スタック・ポインタ（SP）に1を加えるには，

　　INC　SP

となります。

もっとも，スタック・ポインタ（SP）をインクリメントする事はあまりないでしょう。

◎16ビットのレジスタ(対)から1を減じる命令

16ビットのレジスタ（対）用のディクリメント命令で，指定したレジスタ（対）の内容から1を減じる事ができます。

対象となるレジスタなどは全て，インクリメント命令と同じで，ニーモニックは8ビットのディクリメント命令と同じ様に，例えばHLレジスタ対から1を減じる場合には，

　　DEC　HL

と記述します。

16ビット算術演算命令のプログラム例

本章で説明した16ビット算術演算命令の使用例として，32ビットに渡る数値の間で，加算と減算を行うためのプログラムを紹介します。

現在のパーソナル・コンピュータは，PC—8001も含めて，ほとんどが8ビット並列処理のCPUを用いています。それに対して，一般的な汎用コンピュータでは32ビットの数値を並列に処理できるようになっており，PC—8001のマシン語でも32ビットの演算に挑戦してみようと思い，この例題を考えました。

32ビットとは言っても恐れる事は無く，Z80の16ビット算術演算命令を用いれば二度で計算できます。8ビットの算術演算命令で16ビットの演算を行うのと，理論的には同じ事ですね。

実際には，E000H～E003H番地と，E004H～E007H番地に，それぞれ32ビットに渡る数値を入れてプログラムを実行させると，両者の和がE008H～E00BH番地に，差がE00CH～E00FH番地に収納されるようにしました。

また，それぞれの数値は80系CPUによる演算の行い易さを考えてメモリの上位(数の多い方)から下位に向かって入れて行きます。

例をあげますと，

　　87654321H＋12345678H＝99999999H

　　87654321H－12345678H＝7530ECA9H

を求めるためには，メモリ上には，

　　E000：21　43　65　87

　　E004：78　56　34　12

のようにセットして，プログラムを実行すると，

　　E008：99　99　99　99

　　E00C：A9　EC　30　75

のように，演算結果を得る事ができます。

人間から見るとかなりわかりにくい順番なのですがCPUにしてみれば，このならべ方が一番処理し易いのです。もちろんプログラム中でならべかえる事もできますが，プログラムが長くならないように，ここではがまんしましょう。もっとも，良く考えてみると，メモリの上位に，数値の上位バイトを対応させる，80系CPUの方が本当は正しいのかもしれませんね？

16ビット算術演算命令が
よく理解できない方は
第8章へあともどり

《第45図》 16ビット算術演算
(ニーモニック↔機械語対照表)

×	BC	DE	HL	SP	IX	IY
ADD HL, ×	09	19	29	39		
ADD IX, ×	DD 09	DD 19		DD 39	DD 29	
ADD IY, ×	FD 09	FD 19		FD 39		FD 29
ADC HL, ×	ED 42	ED 5A	ED 6A	ED 7A		
SBC HL, ×	ED 42	ED 52	ED 62	ED 72		
INC ×	03	13	23	33	DD 23	FD 23
DEC ×	0B	1B	2B	3B	DD 2B	FD 2B

プログラム例の説明

プログラムのアドレスは，D000H～D032H番地です。実行する場合には，プログラム・リストのオブジェクト部分を打ち込んでくだされば，マシン語モニタのG（ジャンプ）コマンドで走らせる事ができます。当然ですが演算は一瞬で終わり，モニタにもどりますから，D（ダンプ）コマンドなどを用いて，E008H番地以降の演算結果を知ることになります。

プログラムは，まず大きく，加算を行って和を求める部分と，減算によって差を求める部分に分ける事ができ，さらにそれぞれを，16ビットずつに分けて計算しています。

加算，減算共に，まず下位16ビットを普通に計算し，次に上位16ビットをキャリー・フラグ（C

《第46図》 16ビット算術演算命令プログラム例

アドレス	オブジェクト	ニーモニック		コメント
D000	2A 00 E0	LD	HL, (E000H)	
D003	ED 5B 04 E0	LD	DE, (E004H)	下位ビット16を加算
D007	19	ADD	HL, DE	
D008	22 08 E0	LD	(E008H), HL	32ビットの加算を行って和を求める
D00B	2A 02 E0	LD	HL, (E002H)	
D00E	ED 5B 06 E0	LD	DE, (E006H)	上位16ビットを加算
D012	ED 5A	ADC	HL, DE	
D014	22 0A E0	LD	(E00AH), HL	
D017	2A 00 E0	LD	HL, (E000H)	
D01A	ED 5B 04 E0	LD	DE, (E004H)	
D01E	A7	AND	A	下位16ビットを減算
D01F	ED 52	SBC	HL, DE	
D021	22 0C E0	LD	(E00CH), HL	32ビットの減算を行って差を求める
D024	2A 02 E0	LD	HL, (E002H)	
D027	ED 5B 06 E0	LD	DE, (E006H)	
D02B	ED 52	SBC	HL, DE	上位16ビットを減算
D02D	22 0E E0	LD	(E00EH), HL	
D030	C3 66 5C	JP	5C66H	マシン語モニタにジャンプする

Y）を含めた演算命令で計算しており，常にHLレジスタ対とDEレジスタ対に数値を持ってきては，両者の間で演算命令を行い，結果をメモリ上に収納しています。ただ，先程述べた様にキャリー・フラグ(CY)を含めない普通の16ビット減算命令はありませんので，関係のない論理演算命令

　　　AND　A

を行って，キャリー・フラグ（CY）を０にリセットしておいてから，キャリー・フラグ（CY）を含む

　　　SBC　HL，DE

を用いて，かわりにしました。

　演算が終了すると，

　　　JP　　5C66H

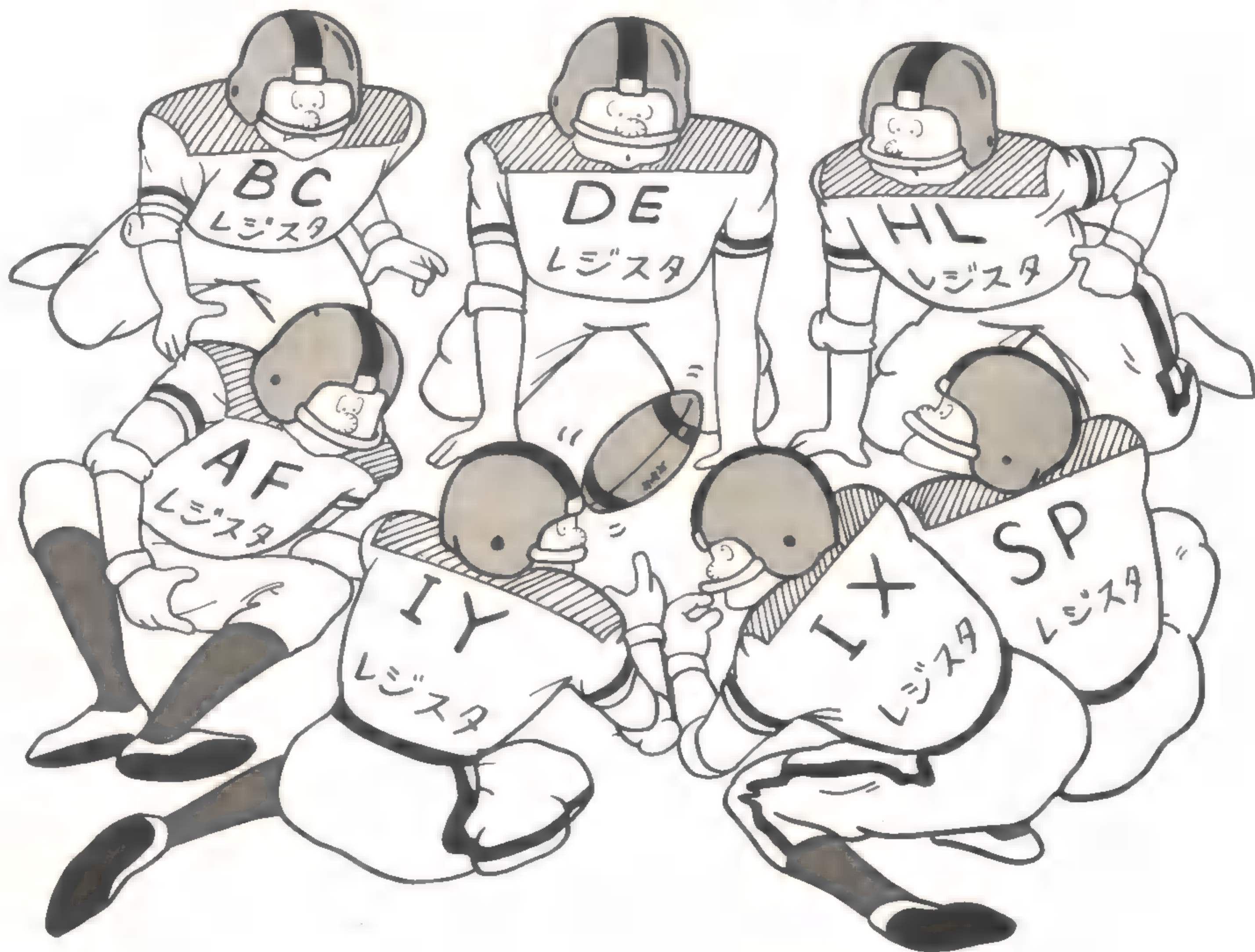
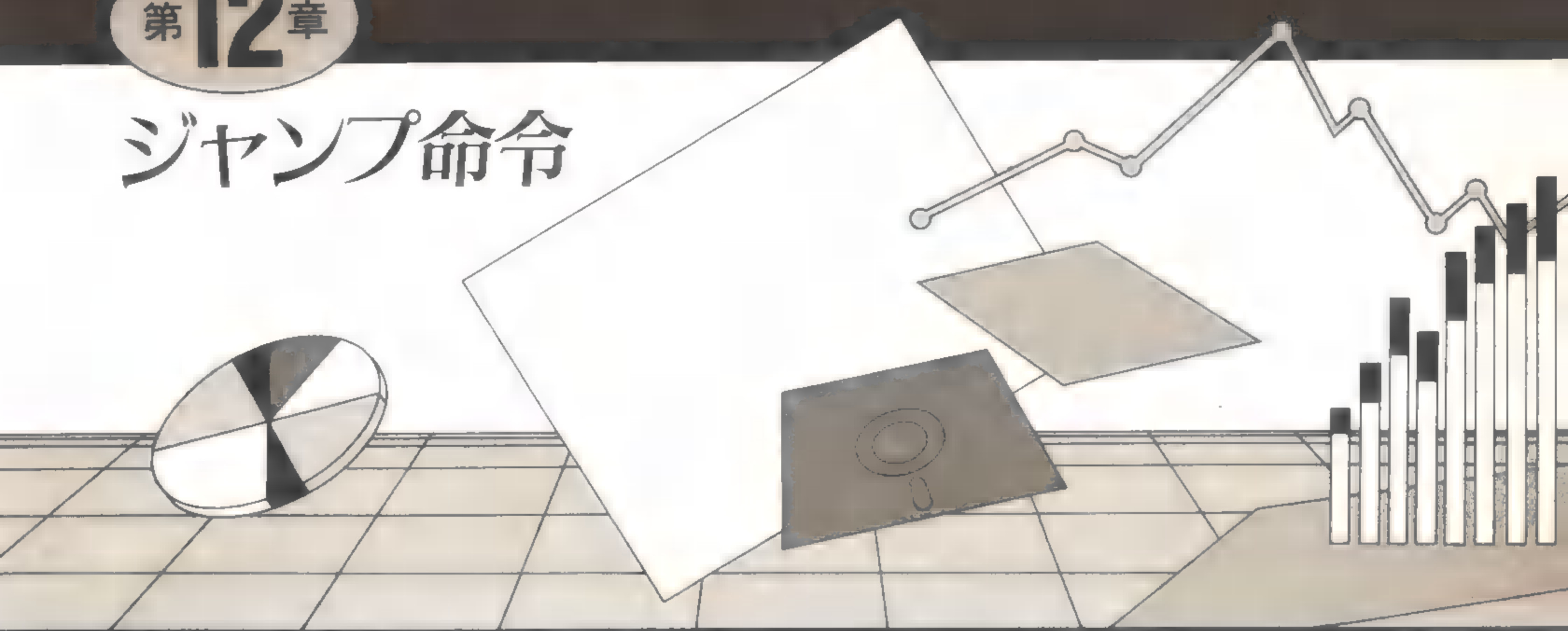
で，マシン語モニタにジャンプします。

　以上のように，非常に単純なプログラム例ですから理解しずらい部分もないでしょう。又，このプログラム例では，インクリメイト命令やディクリメント命令を使いませんでしたが，それらの命令は今後続々と使用しますので楽しみにしていてください。

まとめ

　16ビット算術演算命令は，重要な命令の割に説明する事項が少なかったので，多少もの足りなさを感じた皆さんもいらっしゃる事でしょう。

　次の章では，いよいよ条件ジャンプ命令の登場です。これで少しは，複雑なプログラム例が出せるのではないかと，私自身も期待しています。

16ビット ロード命令 算術演算命令に
活躍するレジスタ群

8ビット算術・論理演算命令補足

第8章から第10章にわたり8ビットの算術・論理演算命令を紹介しましたが一つ重要な命令を忘れていました。

条件ジャンプを行う前にぜひ，知っておいて欲しい命令ですから，ここで説明しておきましょう。

◎Aレジスタとレジスタの内容を比較する命令

ところで，マシン語で，数値を比較するには，どうすれば良いのでしょうか？　普通に考えた場合には，減算命令を行った直後に，フラグの変化を調べれば良いのです。例えばAレジスタとBレジスタの内容を比較するためには，

```
SUB   B
```

を行う事になりますが，これではAレジスタに差が入ってしまい，困る場合が生じます。そこで，他のレジスタを，Aレジスタの一時退避用に使って，

```
LD    C，A
SUB   B
LD    A，C
```

の様に，Aレジスタの内容をもとにもどしておかなければなりません。そこで，差を求めない減算命令が必要になってくるのですが，それが比較命令です。

上記の様にAレジスタとBレジスタの内容を比較したいのであれば，

```
CP    B
```

となります。CPは，ＣｏｍＰａｒｅの略で，この命令実行後には，どのレジスタも変化しないのですが，例外的に，フラグのみが，減算命令を行ったのと同じ様に変化するのです。つまり，AレジスタとBレジスタの内容が等しければ，ゼロ・フラグ（Z）が1にセットされ，Bレジスタの内容の方が大きければ，キャリー・フラグ（CY）が1にセットされる事になります。

◎Aレジスタと直接与える数値を比較する命令

Aレジスタと数値を比較する命令で，比較命令は，この形で使われる事が多いようです。

例えば，Aレジスタの内容が，"●"のキャラクタ・コードかどうかを調べるためには，

```
CP    ECH
```

を行い，ゼロ・フラグが1にセットされれば"●"である事がわかります。

アセンブルする場合には，2バイト目に比較する数値を直接割り当てます。

◎Aレジスタと指定メモリの内容を比較する命令

Aレジスタと，メモリ上の数値を順序よく比較して行く場合などに用いる命令で，メモリのアドレス指定にはおなじみの，HLレジスタ対，IXレジスタ，IYレジスタを使う事ができます。

簡単な命令ですが，使用例として，Aレジスタ

とＥ０００Ｈ番地の内容を比較する方法をあげておきます。

ＬＤ　　ＨＬ，Ｅ０００Ｈ

ＣＰ　　（ＨＬ）

比較結果は当然フラグの変化となって表われます。

ジャンプ命令

これから紹介する，Ｚ80の命令は，ジャンプ命令です。

無条件ジャンプ命令は，Ｎ－ＢＡＳＩＣでは，

ＧＯＴＯ　〈行番号〉

にあたりますが，条件ジャンプ命令は，

ＩＦ　〈条件式〉　ＴＨＥＮ　〈行番号〉
　　　　　　　　　（ＧＯＴＯ）

にあたり，両者共に大変重要な命令です。

また，ジャンプ命令には，ジャンプ先のアドレスを，絶対的なアドレスで指定する絶対ジャンプ命令と，相対的に指定する相対ジャンプ命令が有りますが，本章では，絶対ジャンプ命令を中心に説明を行い，相対ジャンプ命令をアセンブルする場合のアドレス計算については，次の章に説明を延ばしたいと思います。

絶対ジャンプ命令のニーモニックは，

ＪＰ　(JumP)

の後に，オペランドを置きますが，相対ジャンプ命令では，

ＪＲ　(Jump　Relative)

となりますので，覚えておいてください。

◎無条件にジャンプを行う無条件ジャンプ命令

無条件ジャンプ命令とは，普通のジャンプ命令のことで，今までにもプログラム例の最後で，

ＪＰ　　５Ｃ６６Ｈ

として使ってきました。

この例では，５Ｃ６６Ｈ番地，つまりＰＣ－８００１のＲＯＭ内に有る，マシン語モニタの開始アドレスにジャンプさせていますが，

ＪＰ　　００８１Ｈ

を行えば，Ｎ－ＢＡＳＩＣにもどす事ができます。

ところで，皆さんはジャンプ命令を実行する場合にＣＰＵがどの様な動作を行うか想像がつきますか？　何か複雑な作業を行っているかの様に思えますが実に簡単，プログラム・カウンタ（ＰＣ）に，ジャンプ先のアドレスを代入しているだけなのです。

ですから，マシン語のジャンプ命令は，ＢＡＳＩＣなどのＧＯＴＯ文と異なり，いくら多用しても実行速度にはほとんど影響を与えません。プログラムが見づらくなる事さえ気にしなければ，安心してジャンプ命令を使用する事ができます。

マシン語にアセンブルする場合には，３バイト命令となり，１バイト目はＣ３で，２バイト目，３バイト目には，ジャンプ先のアドレスを上位，下位８ビットごとに分けて割りあてます。先程の，

ＪＰ　　５Ｃ６６Ｈ

であれば，

Ｃ３・６６・５Ｃ

と，アセンブルしてください。

また，無条件ジャンプ命令は，相対ジャンプ命令を用いる事もできます。

◎ゼロ・フラグ（Ｚ）が０の時にジャンプする命令

ジャンプ命令の中では，最も多く用いられる命令でしょう。一定回数のくり返し（ループ）処理を行う場合にはほとんどの場合に，このジャンプ命令を用いる事になります。

ところで読者の皆さんは，ループ処理について御存知でしょうか？　マイコン用語を見なれている方や，ＢＡＳＩＣなどの言語によるプログラミングの経験がある方は別として一般にはあまり使われない言葉ではないでしょうか？

第５章では，ロード命令だけを使って，直接ビデオ・ラムにキャラクタ・コードを送り込み，短いメッセージを，ＣＲＴ画面上に表示させてみましたが，もしゲームの説明などで，１０００～２０００文字程度のメッセージを何種類も表示しなければならない場合には，どうすれば良いでしょうか？

第５章と同じ様な方式で，全ての文字をアドレスを指定しながら，Ｖ－ＲＡＭに送っていたのでは，長大なメッセージを表示するプログラムを組むために，３２ＫバイトのＲＡＭ空間も，プログ

ラマの気力も尽きてしまう事は確実です。

そこで，同じような単純作業を，数回くり返すために，プログラムの流れを輪の様にする事が必要となりますが，これをループ処理と言います(**第47図**)。

しかも，永久的に同じ作業をくり返すことは，まずありませんから，一定回数だけくり返した後は，輪の中からぬけ出す必要があります（**第48図**)。

この，一定回数行うくり返し処理を，条件ジャンプ命令を用いて表わしてみましょう。合わせて，N－BASICのプログラムも掲載しておきますので，両者を比較してみてください(**第49図**)。

この例では，くり返し（ループ）回数を5回にしてあり，又，回数を数えるためのカウンタとして，Aレジスタを用いています。

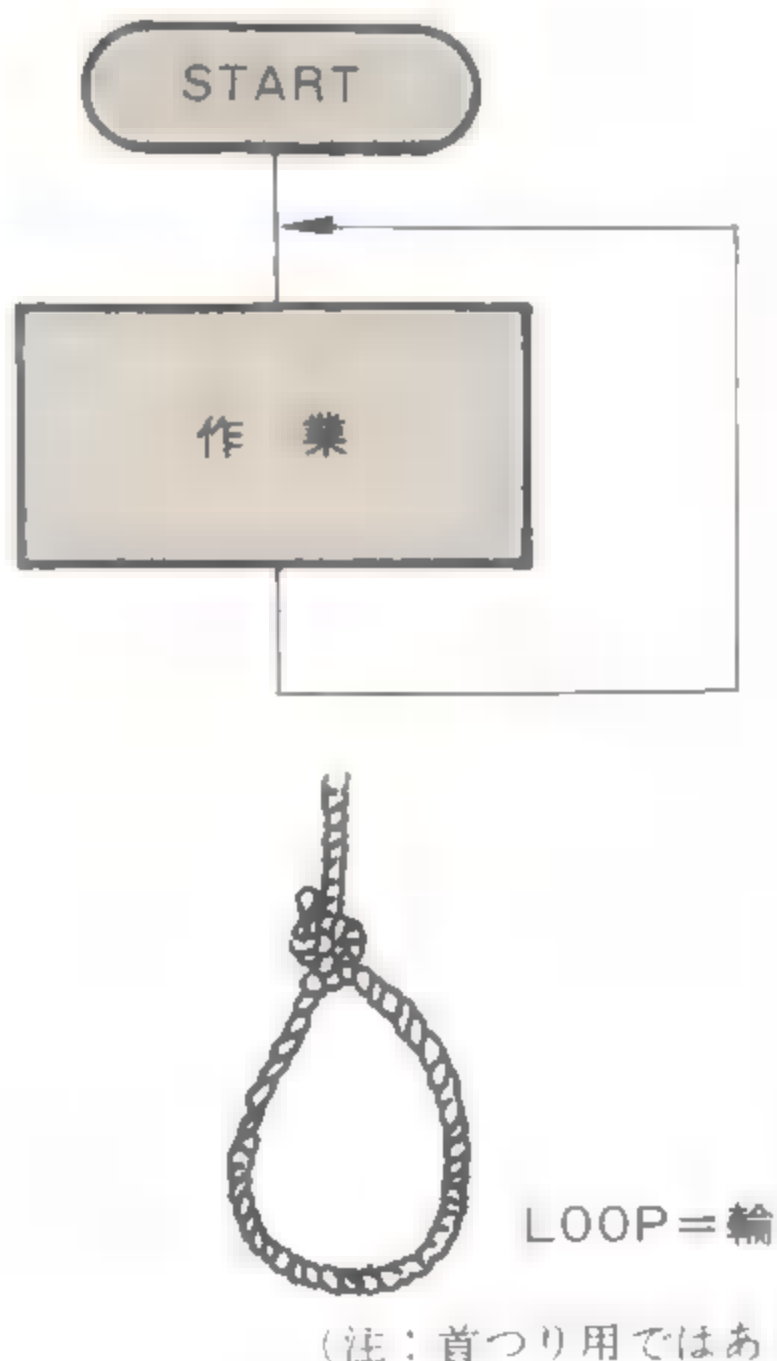
Aレジスタの初期値は5ですが，

DEC　A

を行うたびに1ずつ減少して行き，5回めには，0になるために，ゼロ・フラグ（Z）が1にセットされて，LOOPの部分に，ジャンプしなくなります。

ここで使われている，

JP　NZ，LOOP

という命令が，ゼロ・フラグ（Z）が0の時にジャンプを行う条件ジャンプ命令で，NZは，Not Zeroの略です。

LOOPと言うのは，第1章で述べた，ラベル（LABEL）と呼ばれているもので，実際にプログラムを実行させる場合には，アドレスが入るのですが，コーディングする(プログラムを書く）段階では，分かり易いように，英文字と数字などの組み合わせを書いておくものです。

また，この命令もJPをJRにかえて相対ジャンプ命令を使用する事ができます。

◎ゼロ・フラグ(Z)が1の時にジャンプする命令

ゼロ・フラグ（Z）の内容が1にセットされている場合に，ジャンプを行う命令です。ニーモニックでは，

JP　Z，ADR

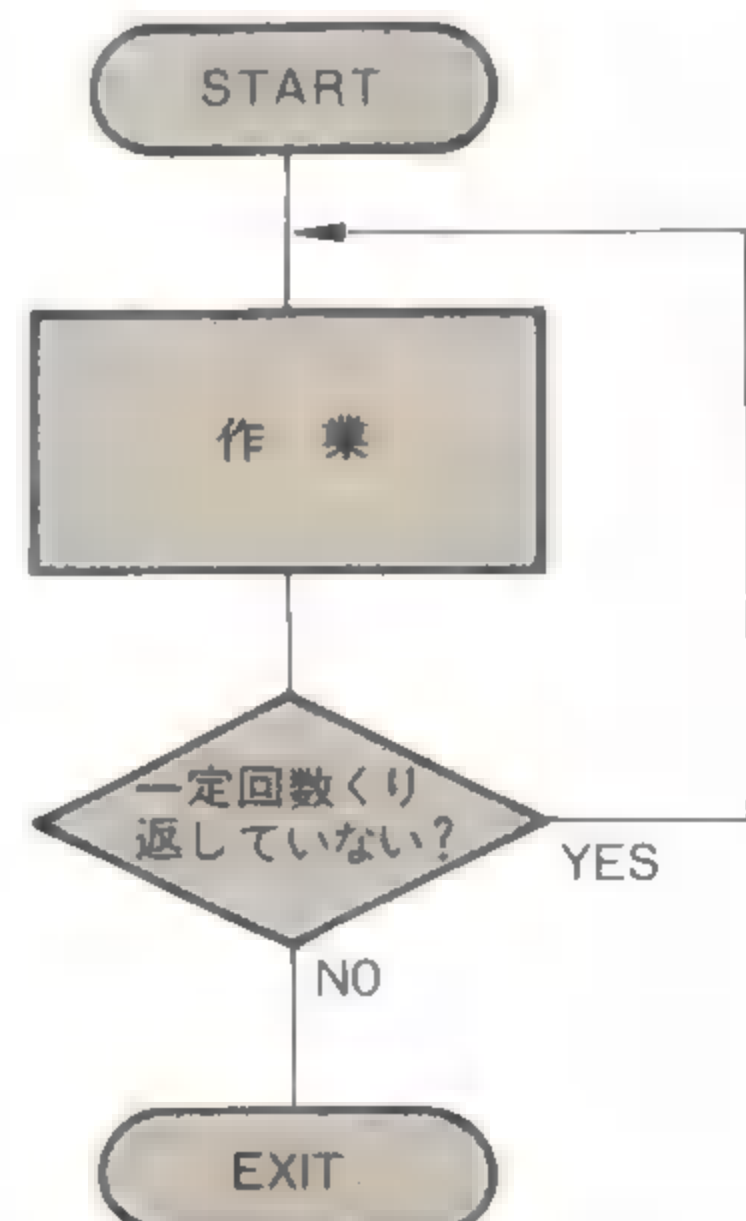
の様になり，ADRの部分は，実際にはジャンプ先のアドレスを入れます。

先程行った，**第49図**の5回のくり返し(ループ)作業を今度は，今説明している命令を用いて表わしてみますので，両者を比較してください（**第50図**)。

また，この命令は，相対ジャンプ命令を使用する事ができます。

《第47図》無条件ジャンプによるループ処理

（注：首つり用ではありません）

《第48図》条件ジャンプによる一定回数のループ処理

《第49図》 5回のくり返し作業（NZを使用）

```
        LD   A, 05H      10 LET A=5
                         20
LOOP:   作 業                作 業
                         30
        DEC  A           40 A=A-1:IF A=0 THEN Z=1 ELSE Z=0
        JP   NZ, LOOP    50 IF Z=0 THEN 20
        JP   5C66H       60 END
```

◎キャリー・フラグ(CY)が0の時にジャンプする命令

キャリー・フラグ（CY）が0にリセットされている場合にジャンプを行う命令で，

JP　NC，ADR

と書きます。NCは，Not　Carryの略で，ADRは，何度も述べた様に，ラベルです。

この命令による，5回のくり返し（ループ）作業を示します（第51図）。

ゼロ・フラグ（Z）を用いて，ループ終了の判断を行っていた場合には，Aレジスタの内容が，

5 → 4 → 3 → 2 → 1 → 0

と変化していたのに対して，キャリーフラグ（CY）を用いた場合には，

0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5

と，増加して行き，5になった時点の，

CP　05H

で，キャリー・フラグ（CY）が0にリセットされてループからぬけ出す点に着目してください。

キャリー・フラグ（CY）はこのように，桁下りが生じている場合には，1にセットされていますが，そうでない場合には，0にリセットされます。

また，この命令は，相対ジャンプ命令を使用する事ができます。

◎キャリー・フラグ(CY)が1の時にジャンプする命令

キャリー・フラグ（CY）が1にセットされている場合にジャンプする命令で，

《第50図》 5回のくり返し作業（Zを使用）

```
        LD   A, 05H      10 LET A=5
                         20
LOOP:   作 業                作 業
                         30
        DEC  A           40 A=A-1:IF A=0 THEN Z=1 ELSE Z=0
        JP   Z, 5C66H    50 IF Z=1 THEN END
        JP   LOOP        60 GOTO 20
```

《第51図》 5回のくり返し作業（NCを使用）

```
        LD   A, 00H      10 LET A=0
                         20
LOOP:   作 業                作 業
                         30
        INC  A           40 A=A+1
        CP   05H         50 IF A-5<0 THEN CY=1 ELSE CY=0
        JP   NC, 5C66H   60 IF CY=0 THEN END
        JP   LOOP        70 GOTO 20
```

《第52図》 5回のくり返し作業（Cを使用）

```
         LD    A, 00H     10 LET A=0
LOOP:    作　業            20 作　業
                          30
         INC   A          40 A=A+1
         CP    05H        50 IF A-5<0 THEN CY=1 ELSE CY=0
         JP    C, LOOP    60 IF CY=1 THEN 20
         JP    5C66H      70 END
```

JP　C, ADR

などと書きます。

同様に，5回のくり返し（ループ）作業を行うためのプログラムをあげておきますから，他のものと比較しておいてください（**第52図**）。

この命令までは全て相対ジャンプを使用できます。

◎サイン・フラグ(S)が0の時にジャンプする命令

サイン・フラグ（S）の内容が0の時，つまり直前に行った演算（フラグを変化させる）命令の実行結果が正（プラス）になった場合にジャンプする命令だと思って良いでしょう。

ニーモニックは，PlusのPを取って，

JP　P, ADR

と，なります。

この命令は，キャリー・フラグ（CY）による条件ジャンプ命令で代用できる事が比較的多いので，相対ジャンプ命令は用意されていません。

◎サイン・フラグ(S)が1の時にジャンプする命令

サイン・フラグ（S）の内容が1の時，つまり直前に行った演算（フラグを変化させる）命令の実行結果が負（マイナス）になった場合にジャンプする命令だと思って良いでしょう。

ニーモニックは，MinusのMを取って，

JP　M, ADR

と，なります。

◎パリティ/オーバーフロー・フラグ(P/V)が0の時にジャンプする命令

パリティ／オーバーフロー・フラグ(P／V)が0の時にジャンプする命令で，それがパリティ奇数か，オーバーフローによるものなのかは，直前に行った演算命令の種類によって決定されます。

ニーモニックは，Parity Odd(パリティ奇数)の略で，

JP　PO, ADR

と，なりますが，ほとんど使われない命令でしょう。

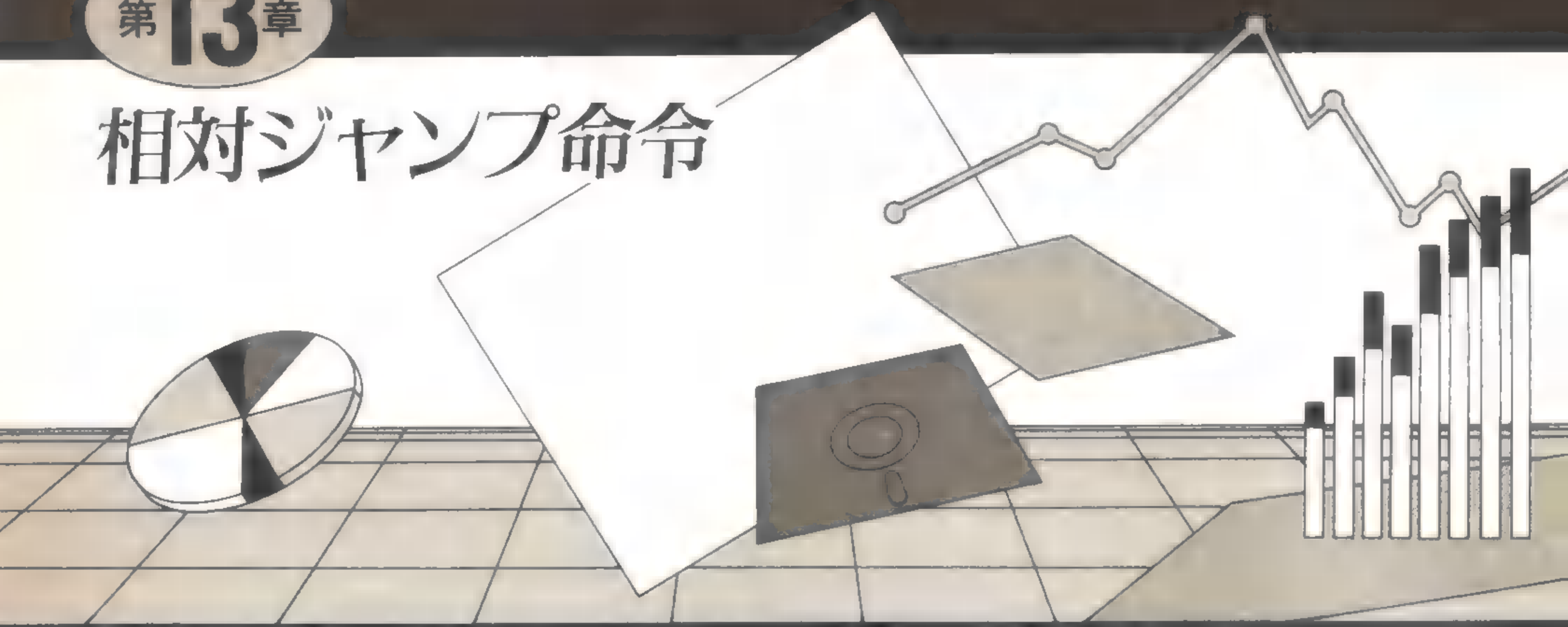
◎パリティ/オーバーフロー・フラグ(P/V)が1の時にジャンプする命令

パリティ／オーバーフロー・フラグ（P／V）が1の時にジャンプする命令で，それが，パリティ偶数か，オーバーフローしない事によるものなのかは，直前に行った演算命令の種類によって決定されます。

ニーモニックは，Parity Even(パリティ偶数)の略で，

JP　PE, ADR

と，なりますが，ほとんど使われない命令でしょう。

第13章 相対ジャンプ命令

相対ジャンプ命令の利用価値

Ｚ－８０ＣＰＵには，８０８０ＣＰＵのころから用いられてきた絶対ジャンプ命令が数多く用意されています。それらの命令は，マシン語命令の３バイトで成り立ち，２バイト目と３バイト目でジャンプ先アドレスを指定するのですから，使い方も大へん簡単で解り易い命令と言えましょう。

ところが，使い易さの反面，絶対ジャンプ命令ならではの欠点も存在するのです。

今，ある番地からに割り当てられている，マシン語のプログラムが用意されているとします。このプログラムを別のアドレス用に変換する事を，「リロケート」と言いますが，この，リロケートを行わなければならない機会は比較的多いのです。

例えば，Ｄｉｓｋ－ＢＡＳＩＣを用いているためにメモリの上方が使えない場合，同時に使いたいプログラムとアドレスが重なっている場合や他機種用のプログラムを別の機種に移植する場合など，リロケートする機会を上げれば，きりが無いほどです。

簡単なプログラムであれば，リロケートを行うためのプログラム，リロケータを用いる事によって比較的楽にリロケートを行う事ができますが，これを手作業で行うのは大へんです。

そこで，どこのアドレスに置いても実行する事のできる，リロケータブルなプログラムを組めれば良いのですが，その時の障害になっているのが，絶対ジャンプ命令なのです。

御存知の様に絶対ジャンプ命令は，

　　「××××番地にジャンプする」

という様に，ジャンプ先のアドレスを絶対的に指定しなければなりませんから，リロケータブルなプログラムを組むには，絶対ジャンプ命令を用いる事はできません。

ところが，よほど短いテスト・プログラムなどを除いて，ジャンプ命令を使わない事は，有り得ませんから，

　　「××番地前にジャンプする」

　　「××番地後にジャンプする」

の様に，ジャンプ先のアドレスを相対的に指定する必要があり，相対ジャンプ命令を使用する価値が有るのです。

また，相対ジャンプ命令は全て２バイトの命令で，

　　１バイト目が命令コード

　　２バイト目がジャンプ先アドレスの指定用

となっていますので，常に３バイトを使用する絶対ジャンプ命令に比較して省メモリ性にすぐれています。

以上の様に，使い勝手では，絶対ジャンプ命令の方が良いのですが，リロケータブルなプログラムを組める事と，省メモリのために，相対ジャンプ命令が使用されるのです。

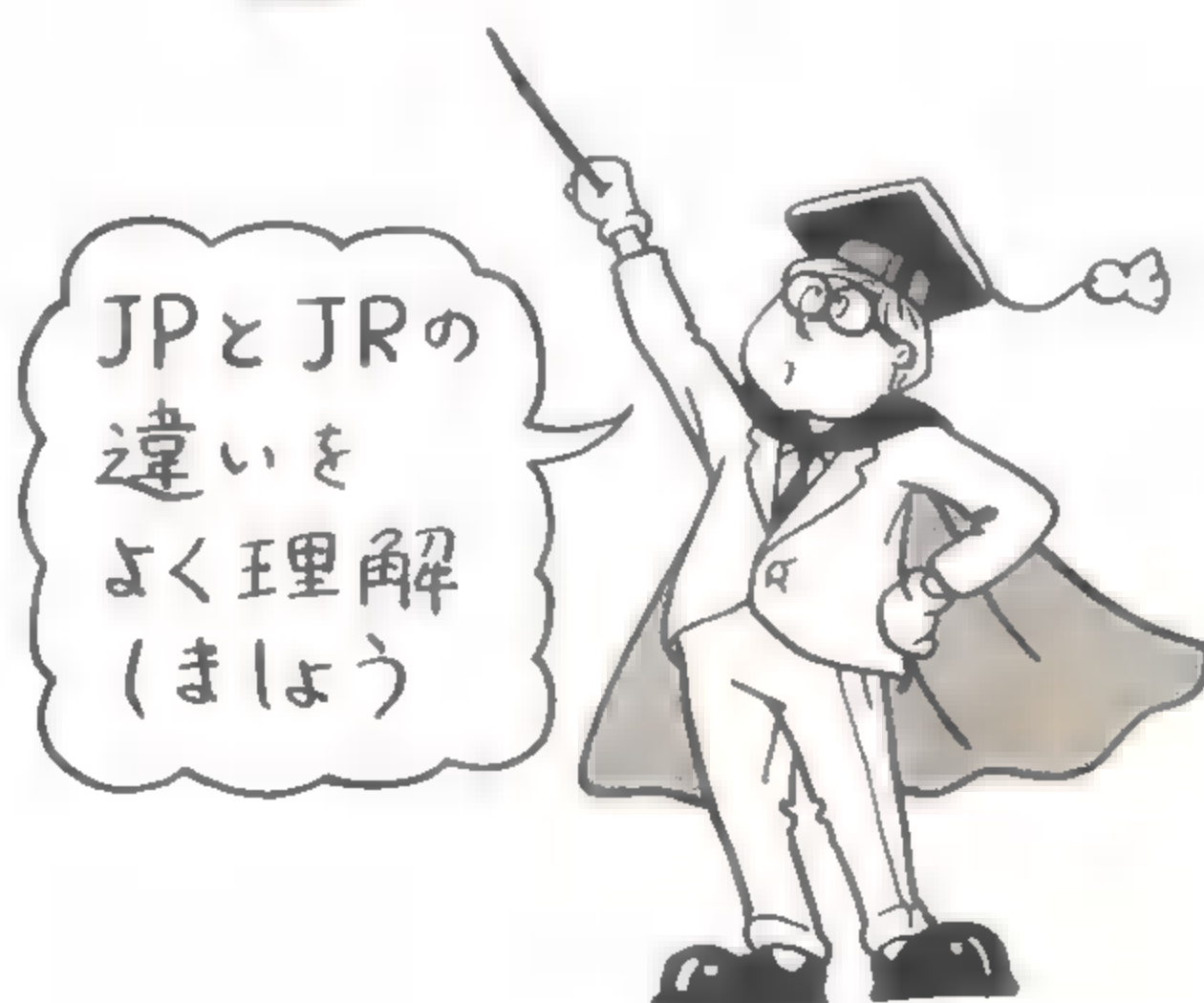
相対ジャンプ命令のアドレス指定

前述した様に相対ジャンプ命令では，1バイトでジャンプ先のアドレスを指定します。

絶対ジャンプ命令では，2～3バイト目の内容がジャンプ先のアドレスとして直接，プログラム・カウンタ（PC）に入れられたため，ジャンプを行いましたが，相対ジャンプ命令では，2バイト目の内容が，符号付きの数値として，プログラム・カウンタ（PC）に加えられる事によって，ジャンプが実行されるのです。

本書の第8章にも表を掲載したように，1バイトでは，－128～＋127までの数値しか表わす事ができませんから，当然ジャンプ先には制限があります。この範囲を越えてジャンプを行いたい時には，絶対ジャンプ命令を使用するか，途中に中継点をつくったプログラムを構成する事が必要です。

さて，相対ジャンプを使う上で一番問題になるのが，2バイト目で指定するためのジャンプ先アドレスを計算する方法でしょう。

ほとんどの解説書では，計算によって，求める事を勧めている様ですが，私が勧めるのは，1バイトずつ数えて行くという，非常に原始的な方法です。

ハンド・アセンブルするのは，ほとんどが相対ジャンプ命令を，余り多くは使っていない短いプログラムですから，1バイトずつ数えていっても，たかが知れています。最高でも，128バイト数えるだけですから，計算している間に数えた方が早いと思います。

その際に注意しなければならないのは，全くジャンプを行わない時に，00Hを与える事で，自分自身のアドレスにジャンプするには，FEHとなります。

相対ジャンプの使えるジャンプ命令

前章で紹介した絶対ジャンプ命令のほとんどに，同じ用途に用いるための相対ジャンプ命令が用意されており，それぞれのニーモニックの，

　　JP

を

　　JR

に変える事で，相対ジャンプ命令である事を表わす事ができます。

例えば，絶対ジャンプ命令の，

　　JP　　ADDRESS

は，

　　JR　　ADDRESS

となります。この

　　JR

は，

　　Jump Relative

の略で，文字どおり

　　相対ジャンプ

の事です。

それではここで，相対ジャンプ命令を全て紹介しましょう。ただし，ジャンプ先は

　　ADDRESS

とし，特殊な命令は後で説明するために省いておきます。

```
JR      ADDRESS
JR      Z, ADDRESS
JR      NZ, ADDRESS
JR      C, ADDRESS
```

ＪＲ　　ＮＣ，ＡＤＤＲＥＳＳ
以上です。

特殊なジャンプ命令

今まで説明したジャンプ命令とは少し変わったジャンプ命令を，２種類ほど紹介しましょう。

両者共，特殊な命令で，別の命令を使っても代用する事ができるのですが，知っていると非常に役立つ命令ですから，それぞれにプログラム例をあげておきました。

ＢＡＳＩＣには無い，マシン語独特の感覚を持った命令です。

◎ジャンプ先のアドレスを16ビットのレジスタ（対）で指定する命令

通常のジャンプ命令では，命令の２～３バイト目でジャンプ先のアドレスを指定するのですが，この命令ではレジスタ（対）の値がジャンプ先のアドレスを示します。

ほとんどのジャンプ命令は，ジャンプ先が常に一定ですが，例えば，ＢＡＳＩＣの

ＯＮ～ＧＯＴＯ～

のように，演算結果やキー入力などによってジャンプ先を変えて行く場合には，レジスタ（対）の値でアドレス指定を行う事が必要になります。

アドレス指定には，

ＨＬレジスタ対
ＩＸレジスタ
ＩＹレジスタ

を用いる事ができ，それぞれのニーモニックは，

ＪＰ　（ＨＬ）
ＪＰ　（ＩＸ）
ＪＰ　（ＩＹ）

と書きます。

それでは，演算命令の復習もかねて，ＨＬレジスタ対の値による条件分岐を行ってみましょう。プログラム例では，ＨＬレジスタ対の値による計算型ジャンプを行ってみました。

第53図に，ＨＬレジスタ対の値とジャンプ先アドレスの対応と，実際のプログラム例を示します。

ＨＬレジスタ対の内容を１６倍（１０Ｈ倍）して，Ｅ０００Ｈを加えた後に，

ＪＰ　（ＨＬ）

を行っているだけですが，この命令の最も基本的な使い方だけは，わかっていただけると思います。

この命令を使わない場合は，同じ事を行うのに，プログラム自身を書き変えたり，スタックを巧みに利用しなければならず，大へん見づらいプログラムになるのですが，この命令を使用することによって，かなりプログラミングが楽になっています。

参考のために，スタックを利用した同じプログラムをあげておきます。まだ

ＲＥＴ（サブルーチン・リターン）

を説明していないのですが興味のある方は，ながめてみてください。

《第53図》計算型ジャンプ

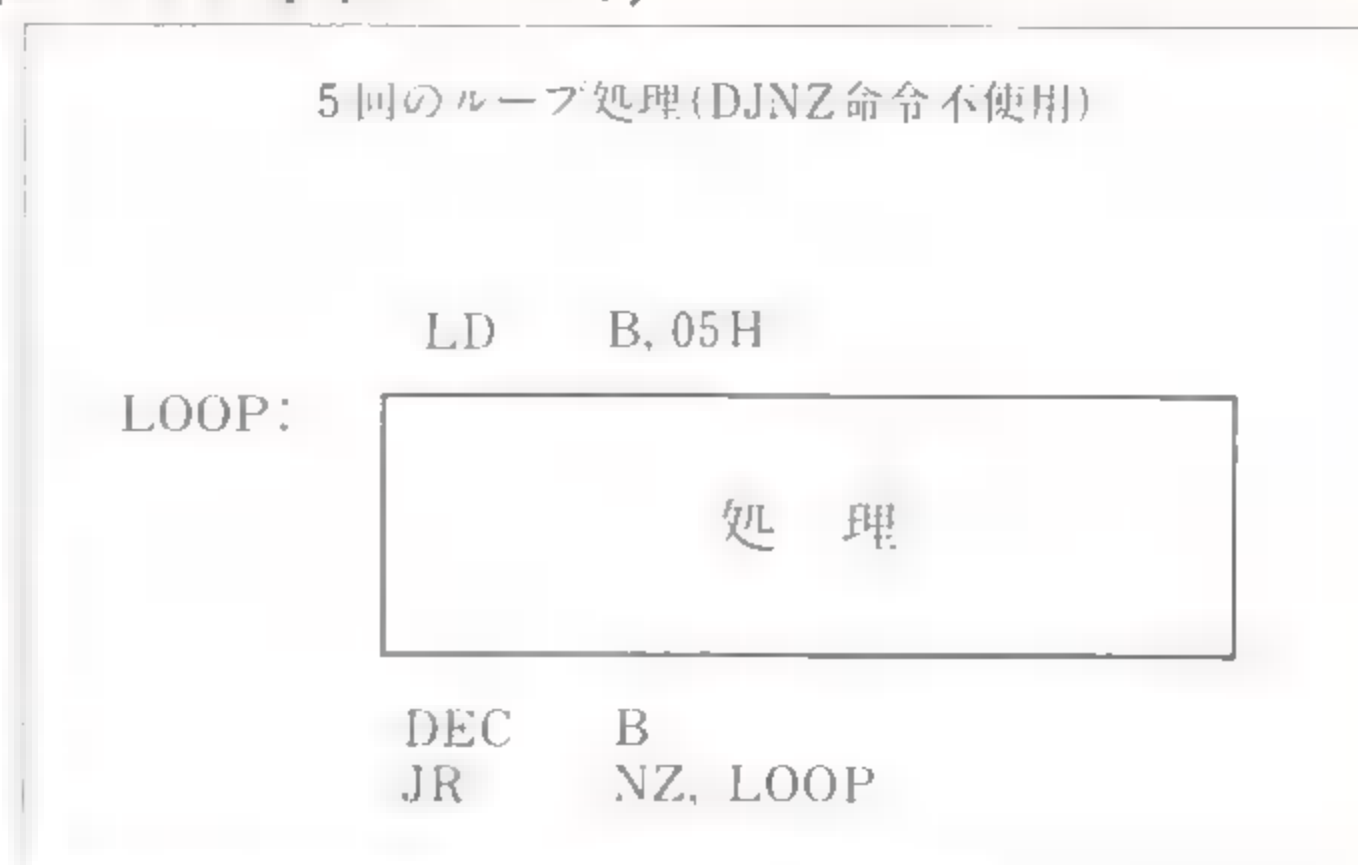
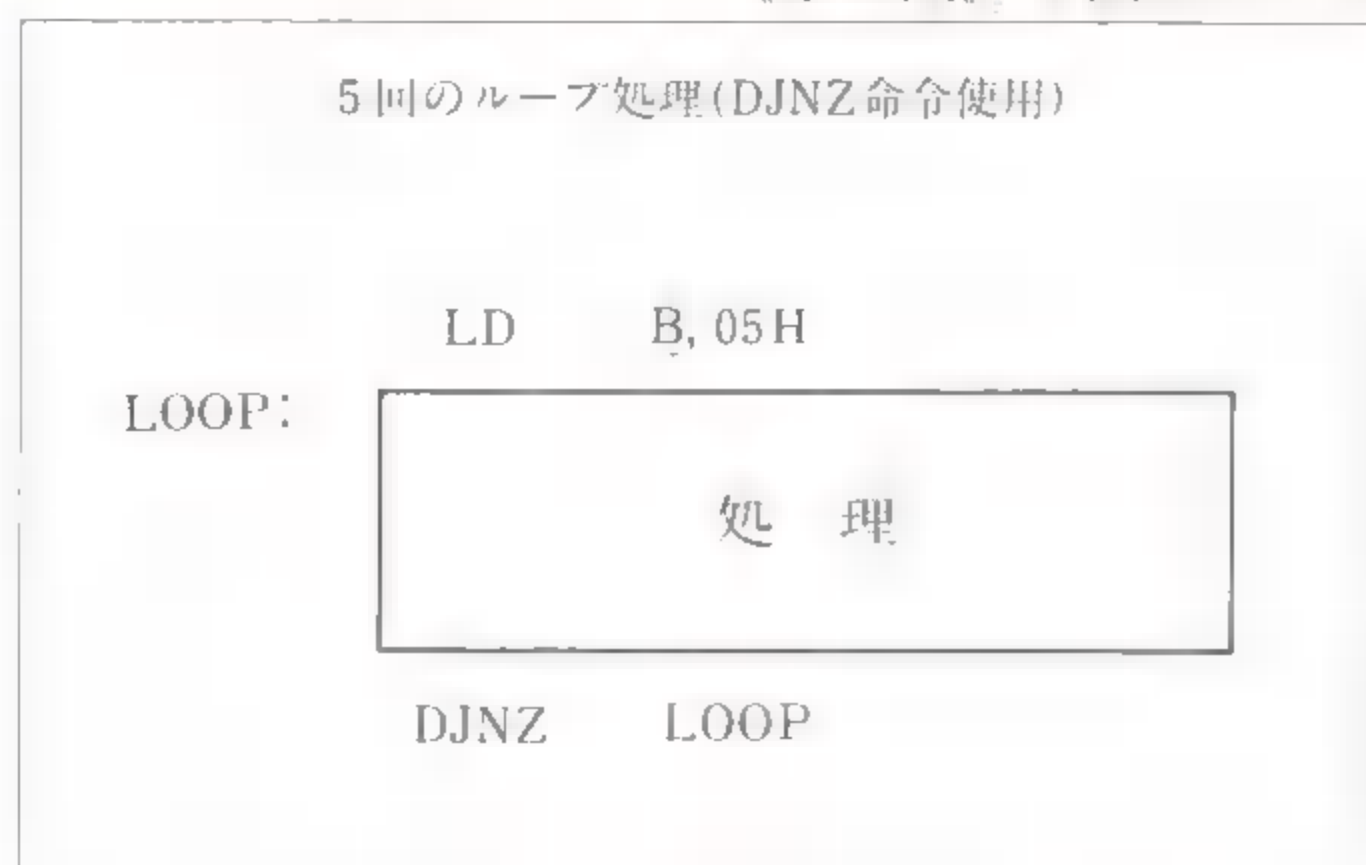
ＨＬレジスタの内容	ジャンプ先アドレス
０００ＯＨ	Ｅ０００Ｈ
０００１Ｈ	Ｅ０１０Ｈ
０００２Ｈ	Ｅ０２０Ｈ
０００３Ｈ	Ｅ０３０Ｈ
０００４Ｈ	Ｅ０４０Ｈ
０００５Ｈ	Ｅ０５０Ｈ
⌇	⌇

実際のプログラム例

```
ADD   HL,HL
ADD   HL,HL
ADD   HL,HL
ADD   HL,HL
LD    DE,E000H
ADD   HL,DE
JP    (HL)
```

ＲＥＴ命令を使用したプログラム例

```
ADD   HL,HL
ADD   HL,HL
ADD   HL,HL
ADD   HL,HL
LD    DE,E000H
ADD   HL,DE
PUSH  HL
RET
```

《第54図》 5回のループ処理(DJNZ命令について)

◎Bレジスタから1を減じゼロ・フラグ(Z)が0の時に相対ジャンプを行う命令

ループ処理を効率良く行うために,

　　DEC　　B

と,

　　JR　　　NZ, ADDRESS

を組み合わせた, 非常にめずらしい命令で, このタイプの命令が用意されているのは, 8ビットではZ80ぐらいでしょう。

ニーモニックは,

　　DJNZ　ADDRESS

となり, これは,

　　Decrement and Jump on Not Zero

の略でしょう。

なお, この命令のディクリメントの対象となるのはBレジスタのみで, 又, ジャンプ先のアドレスは通常の相対ジャンプ命令と同じ様に, 2バイト目で指定を行います。1バイト目は, 10Hです。

参考のため, 第54図に5回のループ処理を行う例をあげておきます。

まとめ

本章では, 相対ジャンプ命令を中心に説明しましたが実際に初心者の方が, ジャンプ命令を使用する場合には, 前章にて紹介した普通の絶対ジャンプ命令で十分だと思います。かなり簡潔に説明したため, 多少わかりにくかったかも知れませんが, 本書を読み終えた時点でもう一度読み直してくだされば良いと思います。

第14章 6本のプログラム例

前章までにジャンプ命令を説明し終えて一応の区切りがついた所で，本章では，

プログラム例特集

という事で，第2ブロックのまとめを行い，各命令紹介のつづきは第3ブロックで行います。

プログラム例は，

EXAMPLE　0～EXAMPLE　5

の6本を紹介しますが，EXAMPLE　0から少しずつ発展させて，最も複雑なものが，EXAMPLE　5となっています。最も複雑今まで説明し終えた数少ない命令のみで組んでありますから，容易に理解できるプログラムばかりでしょう。

また，各プログラムには簡単にですが説明を加えておきましたので，プログラム・リストと共に御一読ください。きっとアセンブラ・プログラミングの容易さに気付き，御自分のプログラムを組んでみたくなる事でしょう。

命令各々の意味がわかっても，アルゴリズムが組み立てられなくては意味が有りません。

早速，6本のプログラムを順に見て行きましょう。

EXAMPLE 0

簡単なもので，今までにも何度か登場して来ましたし，非常に短いプログラムですが，ここでは，アセンブラで打ち出したアセンブル・リストの見方を練習する意味で，もう一度説明しておきましょう。

リスト中で，セミコロン「；」が付いている後は，全て，コメントで，実際のプログラムとは一切関係ありません。ＢＡＳＩＣのＲＥＭ文か「＇」だと思えば良いわけです。中にはリストを見易くするために，セミコロン「；」だけの行もあります。

また，各々のプログラムの最初に必ず置いてある「ＯＲＧ」によって，プログラムを，どのアドレスからにアセンブルするかを決定します。

例えば，

ＯＲＧ　０Ａ０００Ｈ

と書いて有れば，オブジェクト・プログラムは，Ａ０００Ｈ番地から，生成されるわけです。

アセンブラでは，ジャンプ先のアドレスにラベルを付けられるかわりに，16進数の頭が英文字で始まる場合には，全て，「０」を付けて，ラベルでない事を宣言しなければなりません。だから先の「Ａ０００Ｈ」も「０Ａ０００Ｈ」と，余分な「０」を付けてあるのです。

また，アポストロフィー「＇」で，キャラクタを囲えば，アセンブルする際に，自動的にそのキャラクタのキャラクタ・コードに変換されます。例えば，

ＬＤ　　Ａ，＇●＇

と，

ＬＤ　　Ａ，０ＥＣＨ

とは，同じ事で，両者とも，Ａレジスタに，ＥＣ

《EXAMPLE 0》

```
                    ; *****************
                    ; *** EXAMPLE 0 ***
                    ; *****************
                    ;
                            ORG   0A000H
                    ;
A000 3EEC                   LD    A,'●'        ; 100 A=ASC("●")
A002 2100F3                 LD    HL,0F300H    ; 110 HL=&HF300
A005 77                     LD    (HL),A       ; 120 POKE HL,A
A006 C3665C                 JP    5C66H        ; 130 END
                    ;
```

《EXAMPLE 1》

```
                    ; *****************
                    ; *** EXAMPLE 1 ***
                    ; *****************
                    ;
                            ORG   0A000H
                    ;
A000 3EEC                   LD    A,'●'        ; 100 A=ASC("●")
A002 2100F3                 LD    HL,0F300H    ; 110 HL=&HF300
A005 0650                   LD    B,80         ; 120 B=80
A007 77             L1:     LD    (HL),A       ; 130 POKE HL,A
A008 23                     INC   HL           ; 140 HL=HL+1
A009 05                     DEC   B            ; 150 B=B-1:Z=(B=0)
A00A C207A0                 JP    NZ,L1        ; 160 IF NOT Z THEN 130
A00D C3665C                 JP    5C66H        ; 170 END
```

Hを入れる事を意味します。アセンブラによっては，アポストロフィー「'」のかわりに，ダブル・クォーテーション・マーク「"」を用いて，

LD　　A，"●"

と，表現するものもあります。

他に，アセンブラ特有の表現で利用頻度の高いものとしては，「EQU」が有りますが，ここでは使用をさけました。

さらに，プログラム全てにコメントとして，同じ事をN－BASICで行う際のプログラム・リストを入れておきました。最近この方法が流行しているようですが，マシン語のレジスタとBASICの変数の違いをしっかり理解した上で比較するのであれば，たいへん解り易い方法と言えましょう。実際にコメント中のプログラム・リストを，N－BASICから打ち込めば，全て，マシン語と同じ動作を行います。もちろん実行速度は，マシン語とは問題に無らないぐらい違いますから，BASICのプログラムでゆっくり実行させ，マシン語の方が正常に動いているかを確認する事もできます。

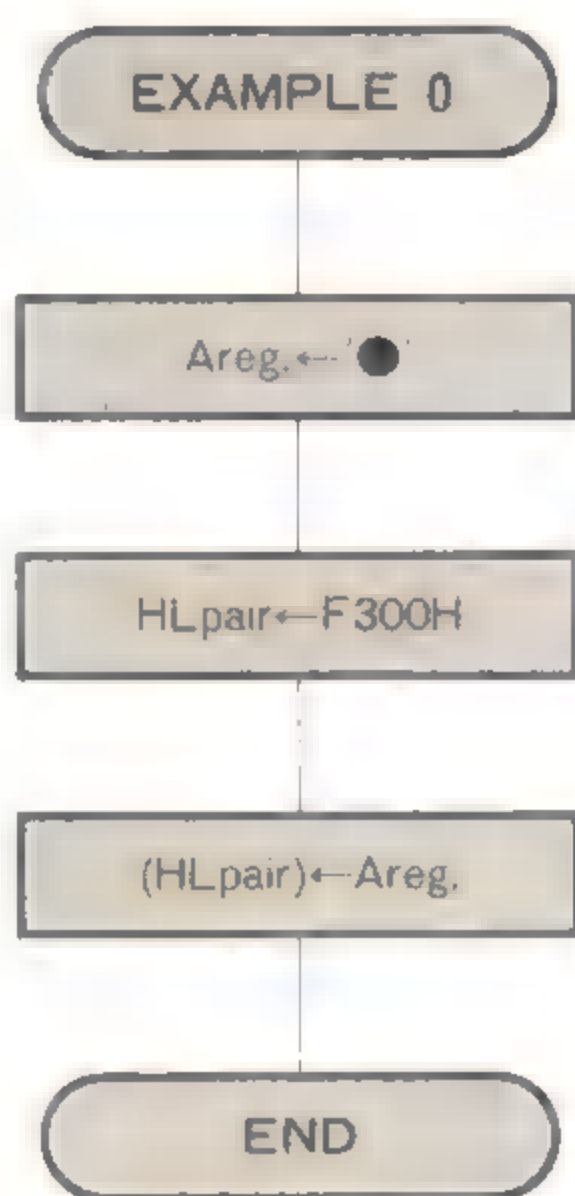
以上，アセンブル・リストについて簡単に説明しましたが，とにかく良いアセンブラを使ってみる事です。もっとも，マシン語より使い方の解りにくいアセンブラも多いですから，アセンブラ購入時の選択には十分に気をつけてください。

さて，EXAMPLE 0ですが，別に説明する程のプログラムでは無いでしょう。結果としては，F300H番地にECHを入れるため，CRT画面の左上端に「●」が表示されるはずです。

EXAMPLE 1

画面の最上段1列に，80個の「●」を表示するプログラムで，ループ処理の最も簡単な例ではないでしょうか？　このプログラムでも，ビデオ・ラム（V－RAM）に直接，キャラクタ・コードを入れていますから，40字モードの時には，1個おきに40個の「●」が表示されることになります。

アドレス指定にはHLレジスタ対を，ループ回数のカウンタにはBレジスタを使っているため，

《第55図》ＥＸＡＭＰＬＥ　０　フローチャート

Ｈレジスタ対の値は，インクリメント命令によって，

　　Ｆ３００Ｈ→Ｆ３０１Ｈ→…→Ｆ３４ＦＨ

と増加し，逆にＢレジスタの値はディクリメント命令で，

　　８０→７９→７８→……→１→０

と，減少して行き，Ｂレジスタの値が０になった時点でループ中からぬけ出て，ＰＣ－８００１のマシン語モニタへジャンプするようになっています。

この，Ｂレジスタのディクリメントとジャンプ命令を合わせて「ＤＪＮＺ」１命令で代用する事も出来ますが，ここでは解り易いように全て絶対ジャンプ命令を使いました。

EXAMPLE 2

このプログラムも，ＥＸＡＭＰＬＥ　１と同じ様にループ処理の使用例ですが，横ではなく，画面の最左列に縦に25個の「●」を表示するためのものです。

プログラムの構成自体は，前のものとほとんど変わっていないのですが，ループ回数のカウントにはＣレジスタを用いました。

また，横に並べる場合にはメモリ指定に使っているＨＬレジスタ対の値を，インクリメント命令によって１ずつ増して行けば良かったのですが，縦の場合には画面80文字分にアトリビュート・エリア40バイト分を加えた120バイト分ＨＬレジスタに加えて行かなければなりません。

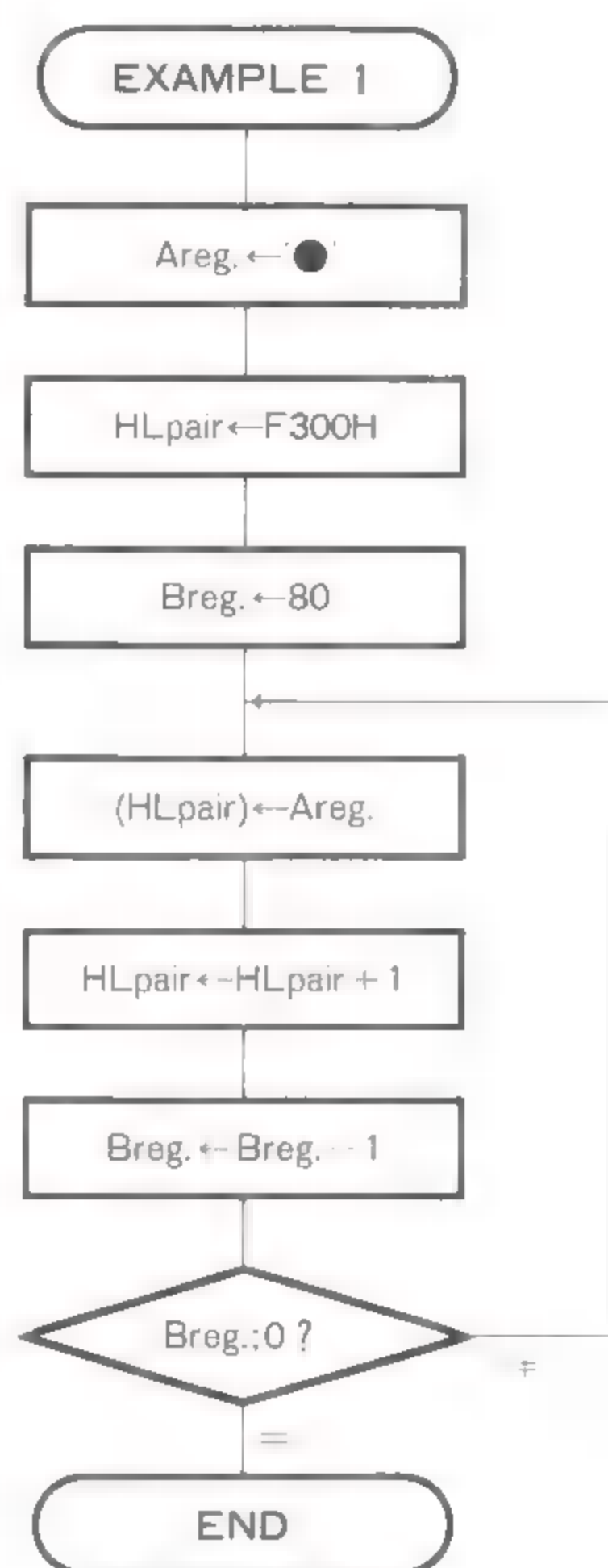
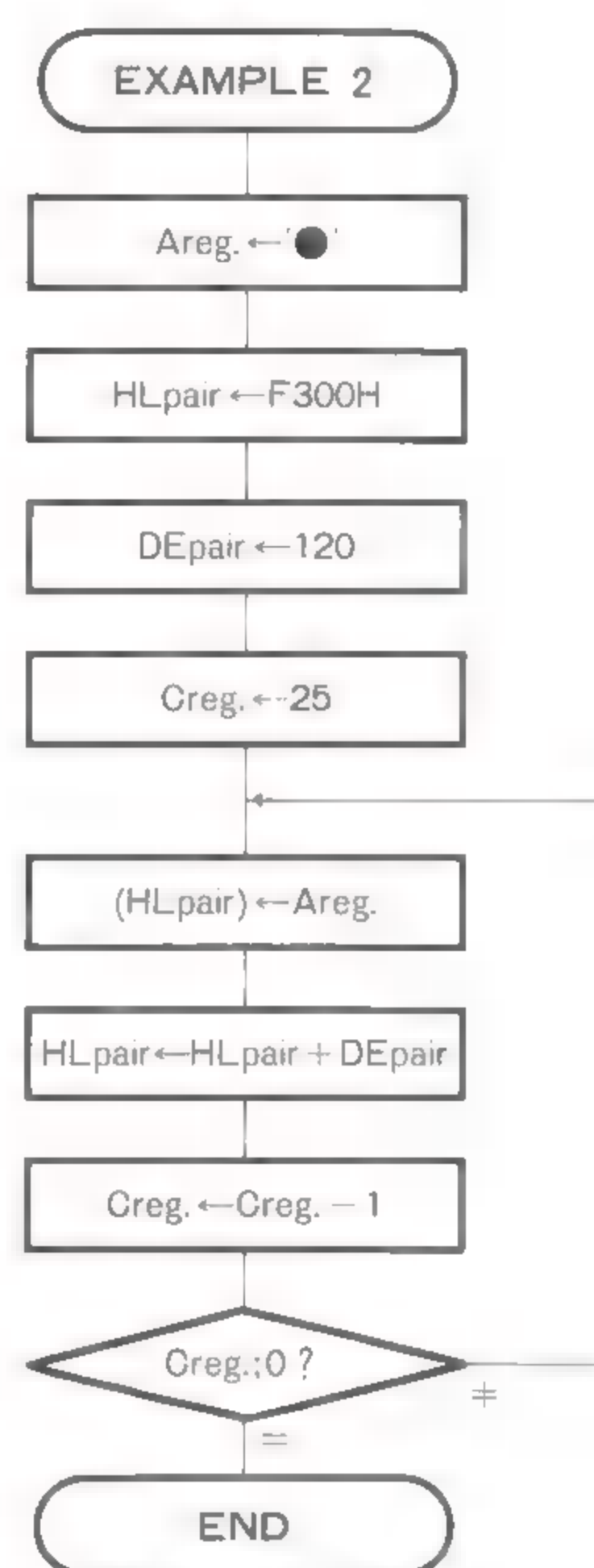
そこで，ＤＥレジスタ対にあらかじめ120を入れておいて，１ループごとに，16ビット加算命令を用いて，ＨＬレジスタ対にＤＥレジスタ対の値を加えているのが，

　　ＡＤＤ　　ＨＬ，ＤＥ

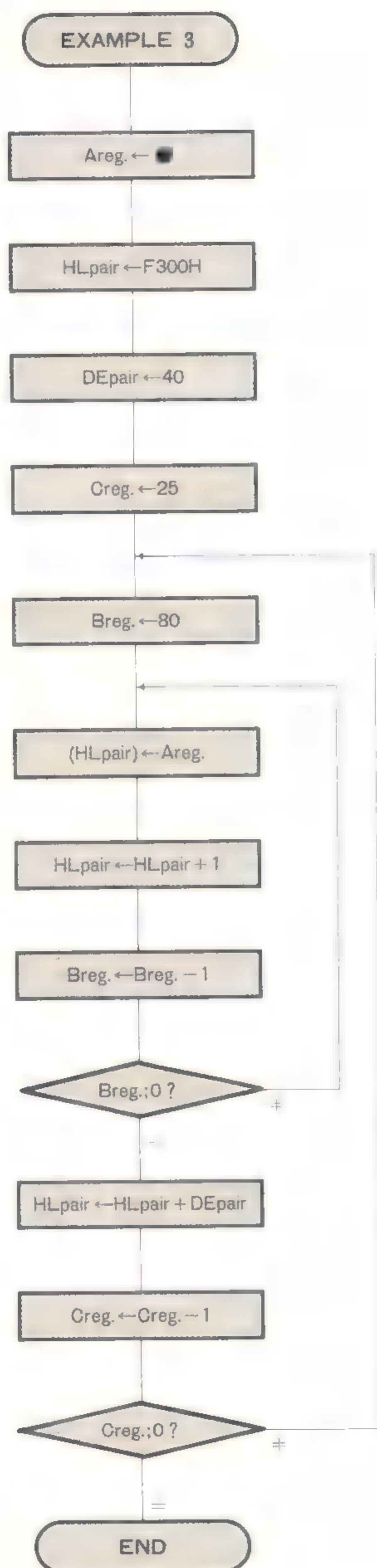
です。ループ処理からは，Ｃレジスタが０になった25回目にぬけ出ています。

《ＥＸＡＭＰＬＥ　２》

```
                    ; *****************
                    ; *** EXAMPLE 2 ***
                    ; *****************
                    ;
                              ORG   0A000H
                    ;
A000  3EEC                    LD    A,'●'         ; 100 A=ASC("●")
A002  2100F3                  LD    HL,0F300H      ; 110 HL=&HF300
A005  117800                  LD    DE,120         ; 120 DE=120
A008  0E19                    LD    C,25           ; 130 C=25
A00A  77            L2:       LD    (HL),A         ; 140 POKE HL,A
A00B  19                      ADD   HL,DE          ; 150 HL=HL+DE
A00C  0D                      DEC   C              ; 160 C=C-1:Z=(C=0)
A00D  C20AA0                  JP    NZ,L2          ; 170 IF NOT Z THEN 140
A010  C3665C                  JP    5C66H          ; 180 END
```

《第56図》EXAMPLE 1 フローチャート

《第57図》EXAMPLE 2 フローチャート

《EXAMPLE 3》

```
                   ; ****************
                   ; *** EXAMPLE 3 ***
                   ; ****************
                   ;
                         ORG   0A000H
                   ;
A000  3EEC               LD    A,'●'        ; 100 A=ASC ("●")
A002  2100F3             LD    HL,0F300H    ; 110 HL=&HF300
A005  112800             LD    DE,40        ; 120 DE=40
A008  0E19               LD    C,25         ; 130 C=25
A00A  0650         L3:   LD    B,80         ; 140 B=80
A00C  77           L4:   LD    (HL),A       ; 150 POKE HL,A
A00D  23                 INC   HL           ; 160 HL=HL+1
A00E  05                 DEC   B            ; 170 B=B-1:Z=(B=0)
A00F  C20CA0             JP    NZ,L4        ; 180 IF NOT Z THEN 150
A012  19                 ADD   HL,DE        ; 190 HL=HL+DE
A013  0D                 DEC   C            ; 200 C=C-1:Z=(C=0)
A014  C20AA0             JP    NZ,L3        ; 210 IF NOT Z THEN 140
A017  C3665C             JP    5C66H        ; 220 END
```

《第58図》ＥＸＡＭＰＬＥ　3　フローチャート

EXAMPLE　3

ＥＸＡＭＰＬＥ　1と2ではどちらも1回ずつのループ処理を行っていましたが，両者を組み合わせたものが，ＥＸＡＭＰＬＥ　3となっています。

フローチャートを見ていただいてもわかるようにループが2重になっていますが，これを，ループのネスティングと言い，場合によっては3重4重以上のネスティングを行う事もあります。

プログラムを実行すると，一瞬でＣＲＴ画面中が，「●」で埋まりますが，実際には，最上段の左端から右端へ80個の「●」を入れて行き，それを最下段までの25行分くり返す事によって画面中を埋めています。コメントとして入っている，Ｎ－ＢＡＳＩＣのプログラムを実行すれば，画面が埋められて行く状態がゆっくりとシミュレートされて良くわかると思います。

1行分80個の表示を終えた時点で，メモリ指定用のＨＬレジスタ対に40を加えていますが，これは，各行40バイトのアトリビュート・エリアをスキップするためで，ＰＣ－８００１独特の手法です。アトリビュート方式はこの様な場合には手間がかかりますね。

EXAMPLE　4

「●」ばかりを表示させていても面白く無いので，今度は表示するキャラクタを変化させてみました。ＥＸＡＭＰＬＥ　3までのプログラムでも全て，Ａレジスタに「●」のキャラクタ・コードであるＥＣＨを入れておき，ＨＬレジスタ対の指すアドレスにＡレジスタの値を移すという，2段がまえで，ビデオ・ラム（Ｖ－ＲＡＭ）にキャラクタ・コードを送り込んでいますから，Ａレジスタの値を変化させる事によって，簡単に，表示するキャラクタを変える事ができるのです。

Ａレジスタの値は最小のループごとに，インクリメント命令で1ずつ増して行きます。ここで注意しなければならないのが，レジスタと変数の違いで，レジスタの場合にはＦＦＨ（２５５）を越

《ＥＸＡＭＰＬＥ　４》

```
                    ; ****************
                    ; *** EXAMPLE 4 ***
                    ; ****************
                    ;
                          ORG    0A000H
                    ;
A000 3E00                 LD     A,0          ; 100 A=0
A002 2100F3               LD     HL,0F300H    ; 110 HL=&HF300
A005 112800               LD     DE,40        ; 120 DE=40
A008 0E19                 LD     C,25         ; 130 C=25
A00A 0650          L5:    LD     B,80         ; 140 B=80
A00C 77            L6:    LD     (HL),A       ; 150 POKE HL,A
A00D 3C                   INC    A            ; 160 A=(A+1) AND &HFF
A00E 23                   INC    HL           ; 200 HL=HL+1
A00F 05                   DEC    B            ; 210 B=B-1:Z=(B=0)
A010 C20CA0               JP     NZ,L6        ; 220 IF NOT Z THEN 150
A013 19                   ADD    HL,DE        ; 230 HL=HL+DE
A014 0D                   DEC    C            ; 240 C=C-1:Z=(C=0)
A015 C20AA0               JP     NZ,L5        ; 250 IF NOT Z THEN 140
A018 C3665C               JP     5C66H        ; 260 END
```

えると０にクリアされてしまいます。ところが，ＢＡＳＩＣでは２５６以上の数値を扱えますから，２５５を越えた時のために，常にＦＦＨと論理積ＡＮＤを取って，下位１バイト以外は無効にしなければなりません。さもないと，変数Ａの値が２５５を越えた直後の，

ＰＯＫＥ　ＨＬ，Ａ

の部分で，

Ｉｌｌｅｇａｌ ｆｕｎｃｔｉｏｎ ｃａｌｌ

のエラーが発生してしまいます。これは，メモリには１バイトを越える数値を入れる事が出来ないからです。

以上の様に，バイト・データを扱っている場合にはＢＡＳＩＣよりマシン語の方が簡単な事も有り得るのです。

ＥＸＡＭＰＬＥ　５

このプログラムは，実際に実行させた後，ぜひ御自分で解析してみてください。

たった30バイト程度のプログラムで，これだけすばらしい動きを持ったデモンストレーションが出来るのですから，やはりマシン語は偉大です。

実際には，ＥＸＡＭＰＬＥ　４をわずかに改良しただけですが，全く異なった実行結果となっています。

スタックへのレジスタ退避なども行っていますが，フローチャートを見ながらプログラム・リストを追って行けば理解できると思います。

なお，プログラムは無限ループに入ってしまいますので止めたい場合には，リセットをかけてください。

フローチャートについて

フローチャートは，各プログラム相互の関係と流れがわかり易い事に重点をおいてあります。

フローチャート中で，矢印「←」は代入する事を表わし，「ｒｅｇ．」は１バイトのレジスタに，「ｐａｉｒ」はレジスタ対に付けました。

また，レジスタ対をカッコではさんだものはニーモニックと同じく，そのレジスタ対が指すメモリのアドレスを表わします。

少しずつ複雑になって行く様子を楽しんでください。

《EXAMPLE　5》

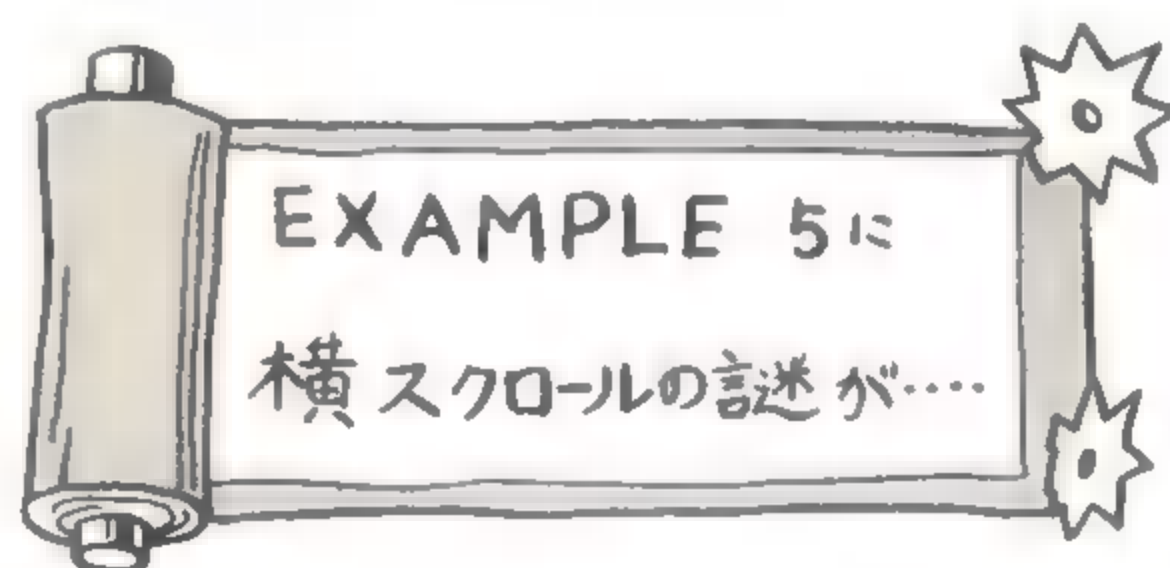
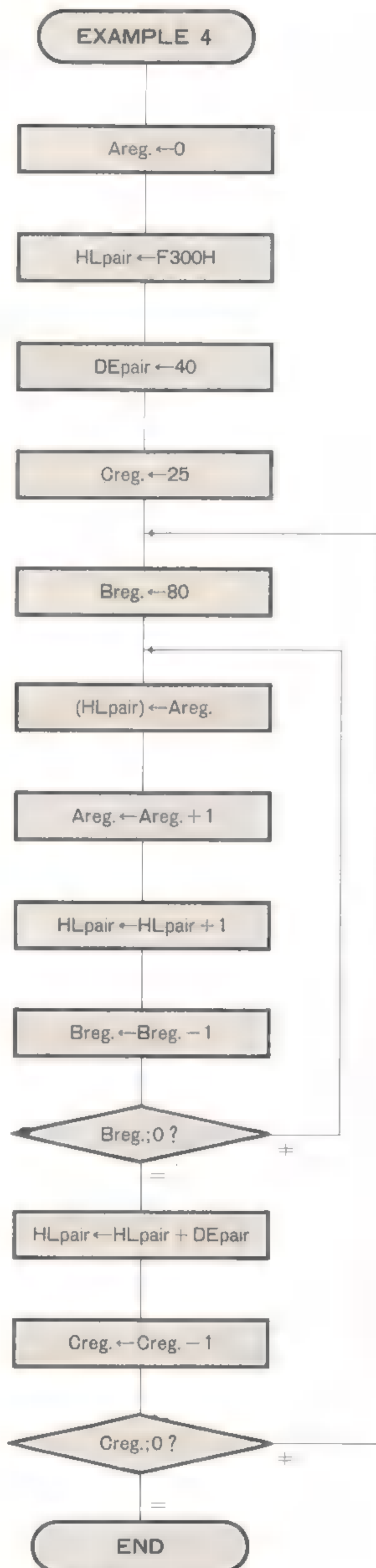
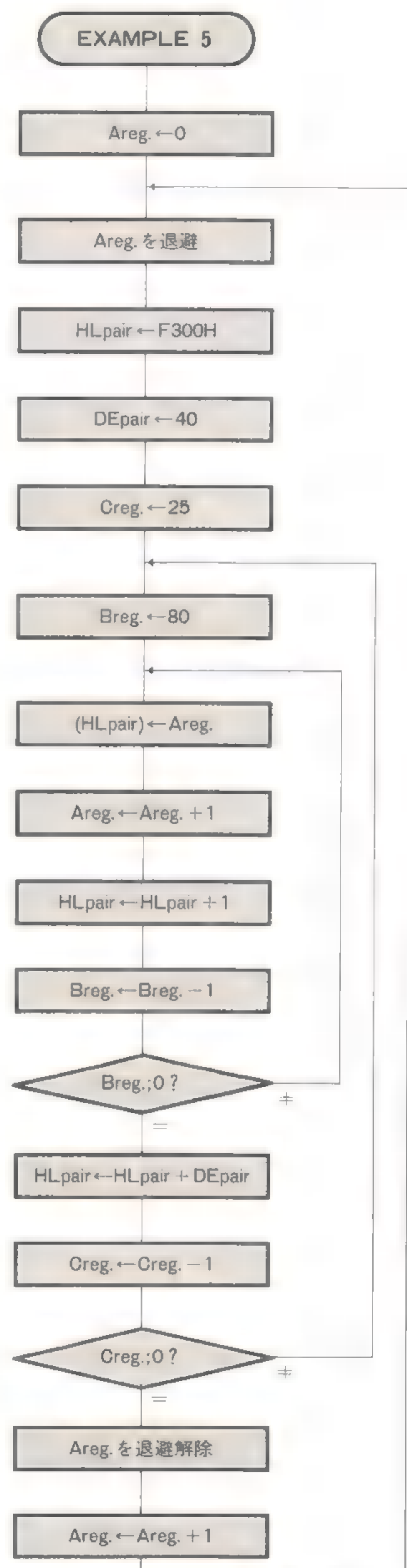
```
                         ; *****************
                         ; *** EXAMPLE 5 ***
                         ; *****************
                         ;
                                 ORG   0A000H
                         ;
A000  3E00                       LD    A,0           ; 100 A=0
A002  F5                 L7:     PUSH  AF            ; 110 STACK=A
A003  2100F3                     LD    HL,0F300H     ; 120 HL=&HF300
A006  112800                     LD    DE,40         ; 130 DE=40
A009  0E19                       LD    C,25          ; 140 C=25
A00B  0650               L8:     LD    B,80          ; 150 B=80
A00D  77                 L9:     LD    (HL),A        ; 155 POKE HL,A
A00E  3C                         INC   A             ; 160 A=(A+1) AND &HFF
A00F  23                         INC   HL            ; 170 HL=HL+1
A010  05                         DEC   B             ; 180 B=B-1:Z=(B=0)
A011  C20DA0                     JP    NZ,L9         ; 190 IF NOT Z THEN 155
A014  19                         ADD   HL,DE         ; 195 HL=HL+DE
A015  0D                         DEC   C             ; 200 C=C-1:Z=(C=0)
A016  C20BA0                     JP    NZ,L8         ; 210 IF NOT Z THEN 150
A019  F1                         POP   AF            ; 220 A=STACK
A01A  3C                         INC   A             ; 230 A=(A+1) AND &HFF
A01B  C302A0                     JP    L7            ; 240 GOTO 110
```

まとめ

第14章では，６本のプログラム例を紹介しましたが，いかがだったでしょうか？

自分でプログラムを組んでみる事が，マイクロ・コンピュータを理解するために一番重要なのは言うまでもありませんが，そのためにも他人のつくったプログラムを解析して，プログラミングの定石を学びとる事が必要かと思います。

プログラム例には，それほど詳しい説明も付けず，皆さんの解析へのヒントだけを簡単に加えておいたつもりですから，マシン語でのプログラミングの定石をつかんで，御自分のプログラミングに役立ててください。

次の第15章からは，今までどおりに，各命令の紹介にもどり，サブルーチン・コール命令から続けて行きます。

《第59図》 EXAMPLE 4 フローチャート

《第60図》 EXAMPLE 5 フローチャート

CPU マイクロプロセッサの流れ

その2 8ビット機の時代

8080と6800

コンピュータの端末用に開発された8008の発表後，潜在需要の大きさを感じはじめた各半導体のメーカーは，より汎用化し能力を強化したＣＰＵの開発に着手し，1974年にはインテル社が8080（ｉ8080）を，モトローラ社が6800（M.6800）を，フェアチャイルド社がＦ－Ⅱを発表したことにより，マイクロプロセッサというものが業界で注目を受けはじめました。

インテル社の8080は，8008の改良版であったにもかかわらず，それまでの専用機から脱却し，急速に８ビット・マイクロプロセッサの標準機としての立場を築いてしまいました。これは，8080がいわゆる第２世代のマイクロプロセッサとしては最初に発表され売出されたこと，市場がインテル社の主導型で進んできたことなどにも起因しているにちがいありません。

モトローラの6800は，ハードウエアの構成やインストラクション・セットが非常に単純明快で使い易い点を誰もが認めるところでしたが，8080用のオペレーティング・システムとしてデジタルリサーチ社よりＣＰ／Ｍが発表され普及するにつれて，８ビット・マイクロプロセッサのシェアにおける6800の大敗は確実なものとなってしまいました。

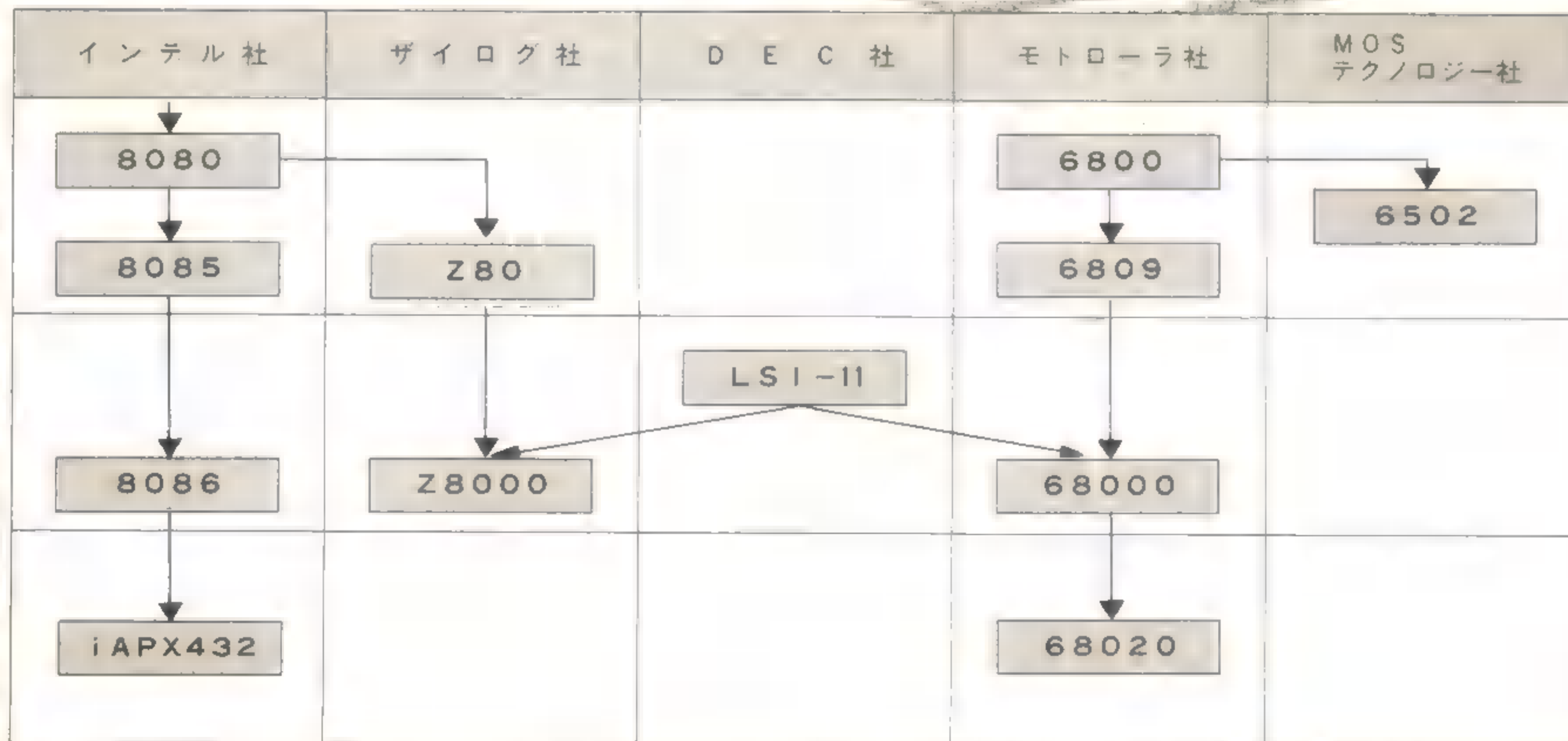
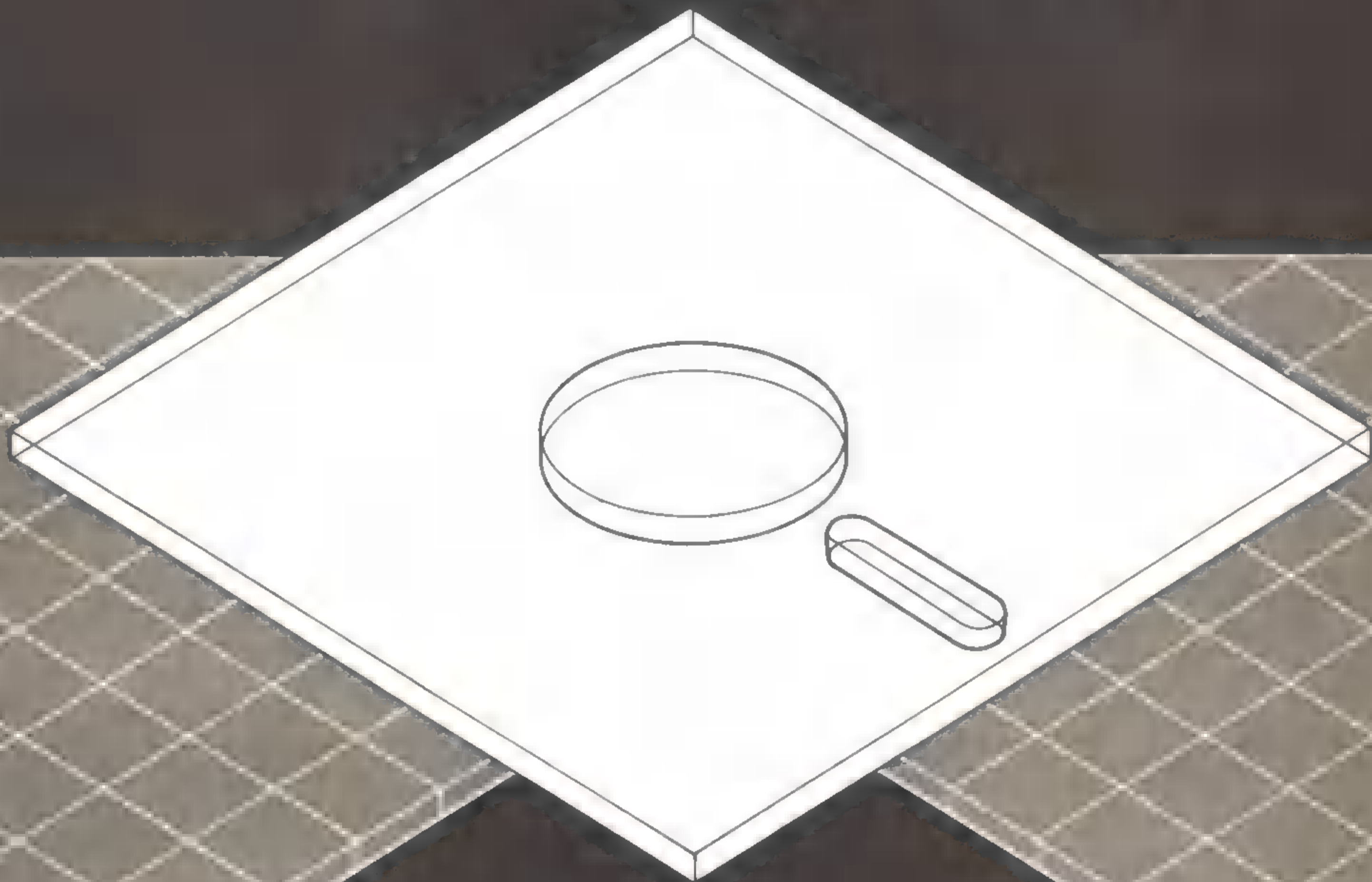
Ｚ80と8085

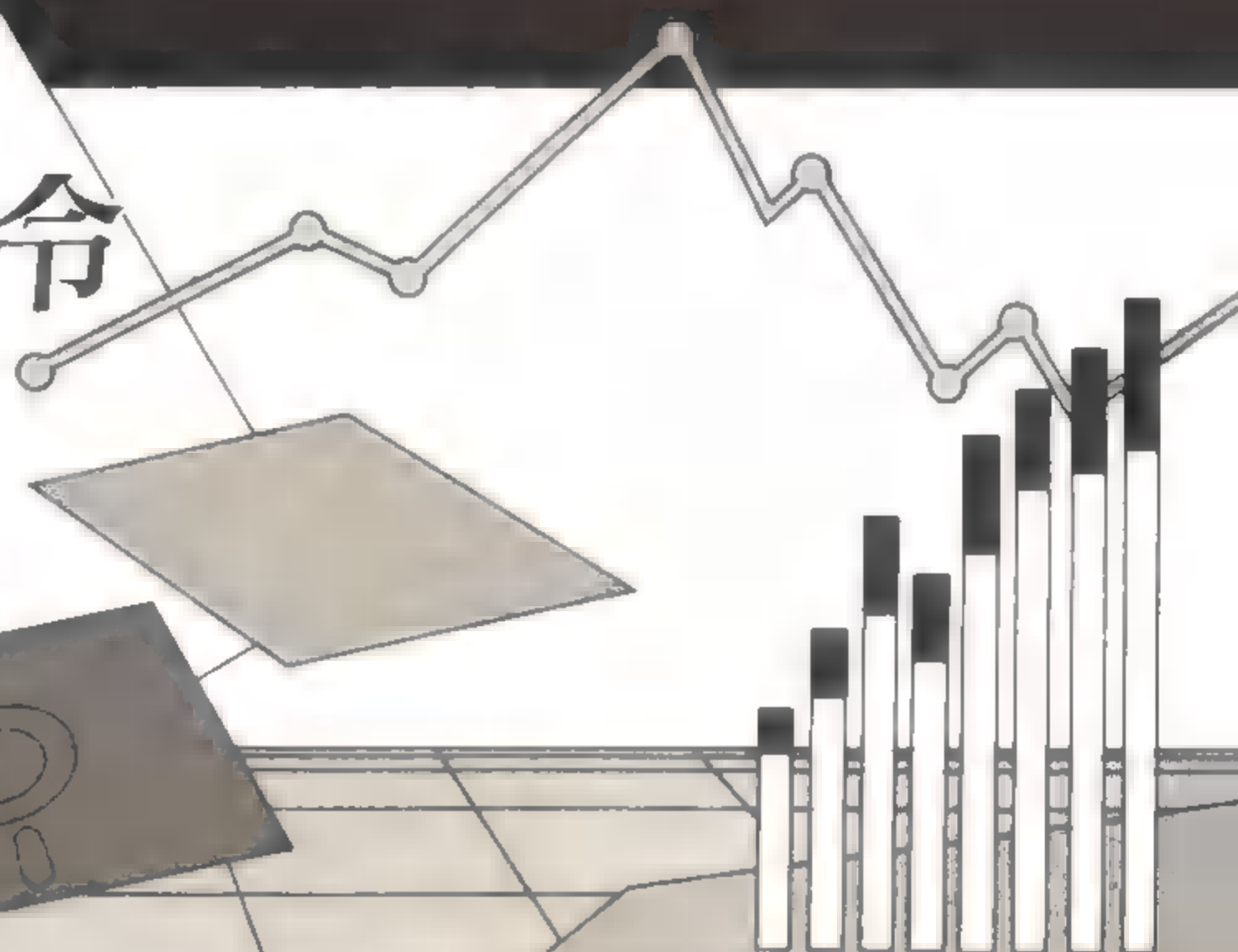
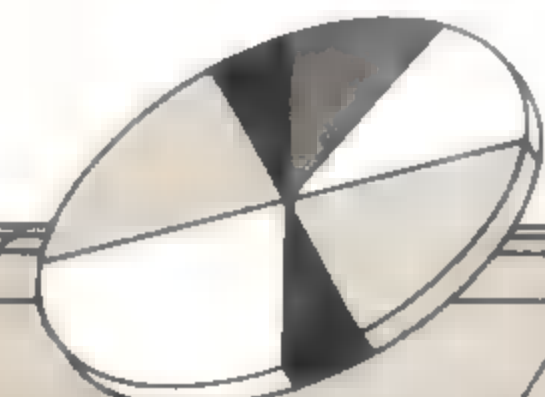
ところで，8080は日本人である嶋正利氏によって設計されたものですが，同氏がザイログ社に移って設計し，大手石油会社で我国ではＥＳＳＯの商標で有名なエクソン社の資金力にものをいわせて開発されたものがＺ80です。Ｚ80は8080と完全なコンパチビリティ（上位互換性）を持っていたためもあって圧倒的なシェアを獲得し，日本でも主要なパーソナルコンピュータのほとんどがＺ80を搭載していることは皆さんも良く御存じだと思います。

インテル社でも，５ボルト単一電源でしかも8080のために用いてきた周辺ＩＣが不要の8085を発表しＺ80に対抗しました。

6502と6809

6800系では，ＭＯＳテクノロジー社が6800の流れを継いだ6502を発表しましたが，このＣＰＵは，コモドール社のＰＥＴシリーズやＣＢＭシリーズ，アップル社のＡＰＰＬＥⅡ等，多くの米国製パーソナル・コンピュータに採用されました。

さらにモトローラ社自身も，6800の上位機である6809（ＭＣ6809）を発表しました。6809はシェアこそ及びませんでしたが，８ビットのＣＰＵとして考えられ得るほとんどすべての機能が盛り込まれ，究極の８ビット・マイクロプロセッサとさえ呼ばれています。また，6809の■では，ＯＳ－9という非常にすぐれたオペレーティング・システムを走らせることができます。

第3ブロック

Z80の
インストラクション・セットII

第15章 サブルーチン・コール命令／リターン命令

本章では，マシン語でサブルーチンをつくる方法を説明します。説明の内容も第2ブロックまでの命令中心から，実例中心へと少しずつ変えて行くつもりですからマシン・コード・プログラミングの定石を盗み取るつもりで，しっかり読んでください。

サブルーチンの使用例

本章で説明する，サブルーチン・コール命令とリターン命令は，共にサブルーチンを使用する時に用いる命令です。

サブルーチンについては，ＢＡＳＩＣ等を通じて御存知の方も多いと思いますが，簡単な例をあげておきましょう。

たとえば，２バイトの16進数を1000倍するプログラムを考えてみましょう。いくつかの方法が考えられますが，私が考えたのは，10倍する事を３回くり返す事によって，1000倍を実現する方法で，

$$1000=10^3$$

である事を利用した方法です。

１０００倍するための被乗数を与える事が必要ですが，これはＥ０００Ｈ～Ｅ００１Ｈ番地に渡って入れておく事にし，積はＥ００２～Ｅ００３Ｈ番地に収納しますから，演算結果を調べるにはマシン語モニタのＤコマンドなどを使用します。

また，演算した結果が16ビットを超えた場合に無視する様にしましょう。つまり，あまり大きな数を１０００倍することはできません。

以上の仕様によって，プログラミングを行うのですが，さしあたって問題になるのが，２バイトの整数を10倍する方法でしょう。実際に乗算を行うのは乗算命令の用意されていないＣＰＵには負担ですから加算命令だけで間に合うように考えてみましょう。

ＨＬレジスタ対の値を10倍する

ＨＬ←ＨＬ＊１０

を，次のように変形してみました。

ＨＬ←（（ＨＬ＊２）＊２＋ＨＬ）＊２

これなら，加算命令のみで何とか間に合いそうです。早速10倍するルーチンを組んでみましょう。

```
ＬＤ    Ｄ，Ｈ
ＬＤ    Ｅ，Ｌ
ＡＤＤ  ＨＬ，ＨＬ
ＡＤＤ  ＨＬ，ＨＬ
ＡＤＤ  ＨＬ，ＤＥ
ＡＤＤ  ＨＬ，ＨＬ
```

ＨＬレジスタ対の値を保存しておくために，ＤＥレジスタ対を使ってしまいますが，問題は無いでしょう。

上記の10倍ルーチンを３回連続して使い、Ｅ０００Ｈ～Ｅ００１Ｈ番地に渡る16進数データを1000倍するプログラムを組んだものが，ＥＸＡＭＰＬＥ－０です。モニタのＧコマンドで実行すれ

ば，演算結果がＥ００２Ｈ～Ｅ００３番地に収納されますので試してみてください。

このＥＸＡＭＰＬＥ－０を良く見ると，全く同じ部分が３個所有ります。当然の事ながら10倍ルーチンがそのまま３回使われていますね。この，10倍ルーチンを１個所分だけ用意しておいて３個所から呼び出して使おうと考えて組み直したプログラムが，ＥＸＡＭＰＬＥ－１です。ＥＸＡＭＰＬＥ－０より，だいぶすっきりしていると思いませんか？

ＥＸＡＭＰＬＥ－１の中で使用されている

　　ＣＡＬＬ　ＡＤＤＲＥＳＳ

が，サブルーチン・コール命令で，

　　ＲＥＴ

は，リターン命令です。Ｎ－ＢＡＳＩＣでは，

　　ＧＯＳＵＢ　行番号

　　ＲＥＴＵＲＮ

に相当するでしょうか。

そして，10倍ルーチンを，**サブルーチン**（Subroutine）と呼び，マシン語のプログラムでは非常に多くのサブルーチンを使うのが普通です。

ＥＸＡＭＰＬＥ－０とＥＸＡＭＰＬＥ－１の関係を簡単な図（**第61図～第62図**）に直して挙げておきますので，両者を比較してサブルーチンの基本的な使い方をよく理解しておいてください。なおＥＸＡＭＰＬＥ－２は，さらにループ処理を行ったものです。普通はＥＸＡＭＰＬＥ－１の段階で十分なのですが，参考にあげておきます。

コール命令〈及び〉リターン命令

サブルーチン・コール命令，リターン命令には，無条件コール命令，無条件リターン命令と条件コール命令，条件リターン命令の２種類が有ります。

前者は，サブルーチンの使用例でも使用した様

《EXAMPLE－０》

```
                ;==============================
                ;
                ;     program : EXAMPLE-0
                ;
                ;==============================
                ;
                ; FUNCTION := X1000
                ; INPUTS   := (E000H-E001H)
                ; OUTPUTS  := (E002H-E003H)
                ;
                ;
                        ORG   0D000H
                ;
                ;
D000 2A00E0             LD    HL,(0E000H)
                ;
D003 54                 LD    D,H
D004 5D                 LD    E,L
D005 29                 ADD   HL,HL
D006 29                 ADD   HL,HL
D007 19                 ADD   HL,DE
D008 29                 ADD   HL,HL
                ;
D009 54                 LD    D,H
D00A 5D                 LD    E,L
D00B 29                 ADD   HL,HL
D00C 29                 ADD   HL,HL
D00D 19                 ADD   HL,DE
D00E 29                 ADD   HL,HL
                ;
D00F 54                 LD    D,H
D010 5D                 LD    E,L
D011 29                 ADD   HL,HL
D012 29                 ADD   HL,HL
D013 19                 ADD   HL,DE
D014 29                 ADD   HL,HL
                ;
D015 2202E0             LD    (0E002H),HL
                ;
D018 C3665C             JP    5C66H
```

《EXAMPLE－１》

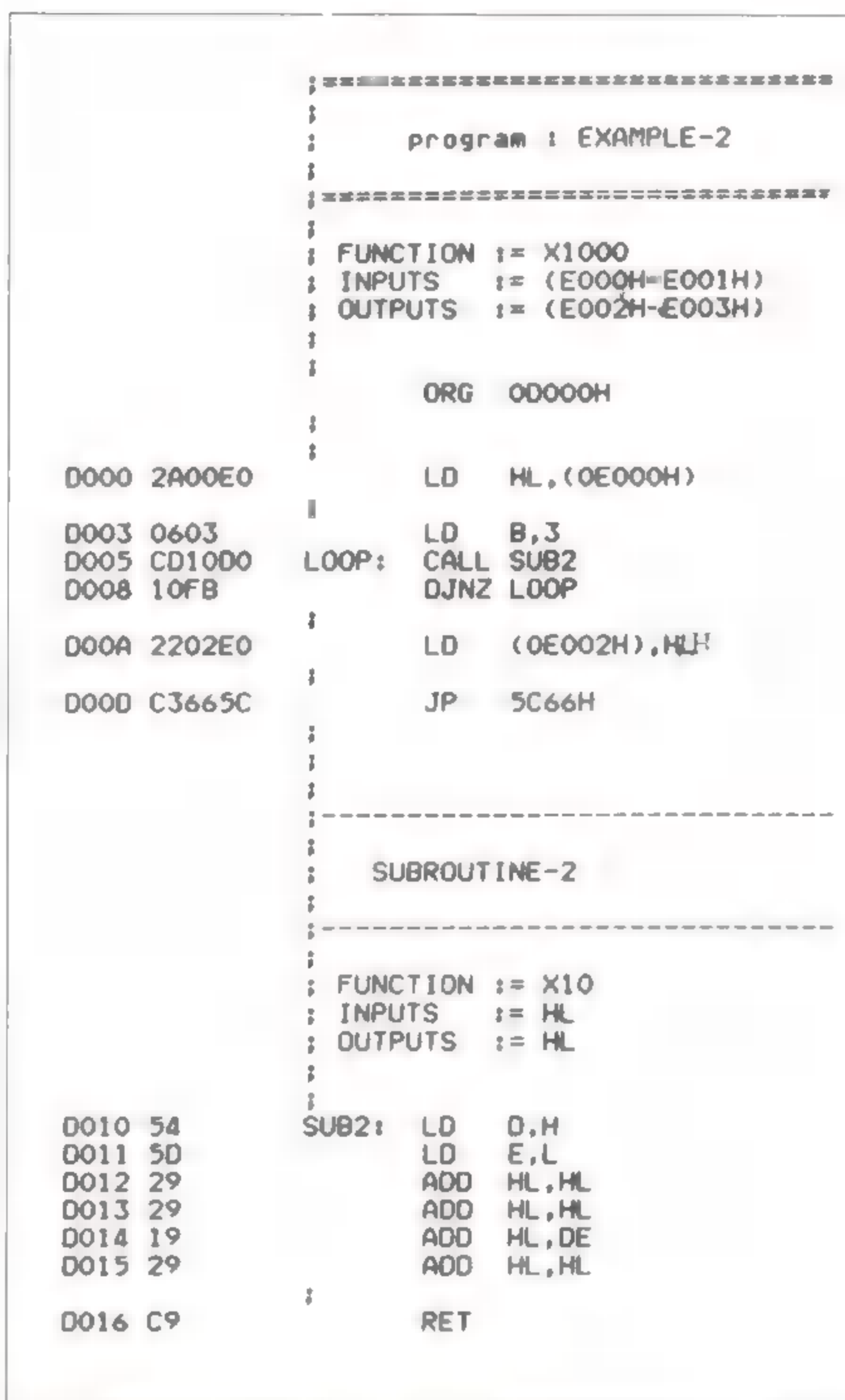
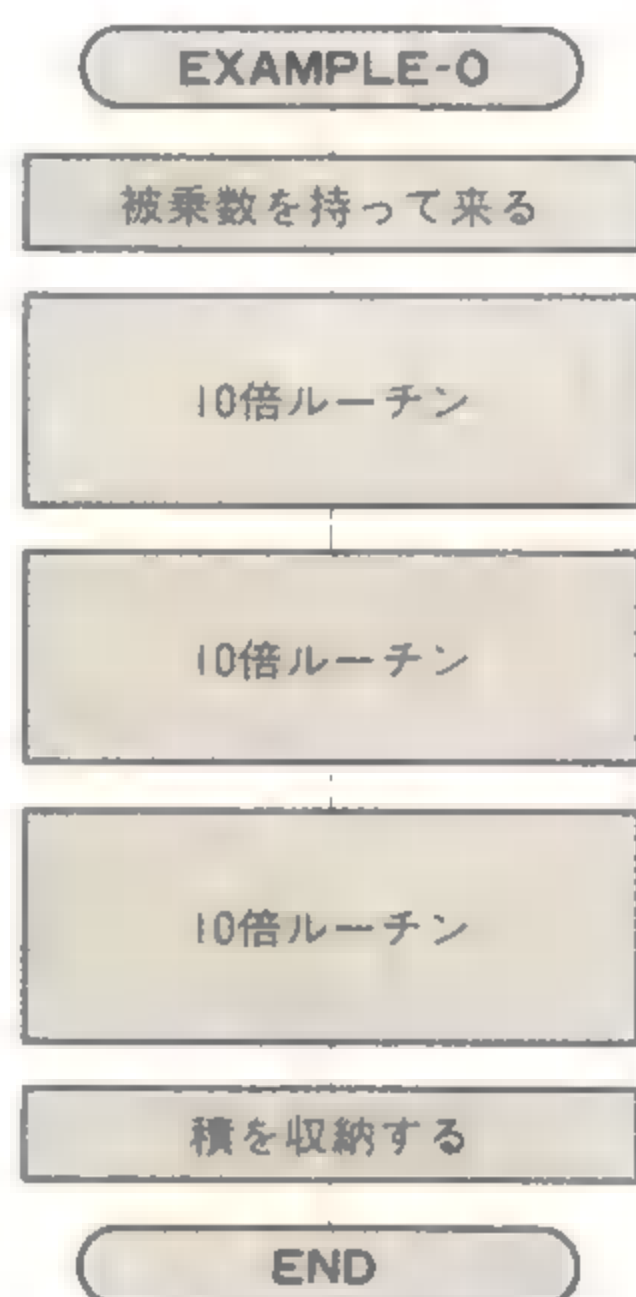
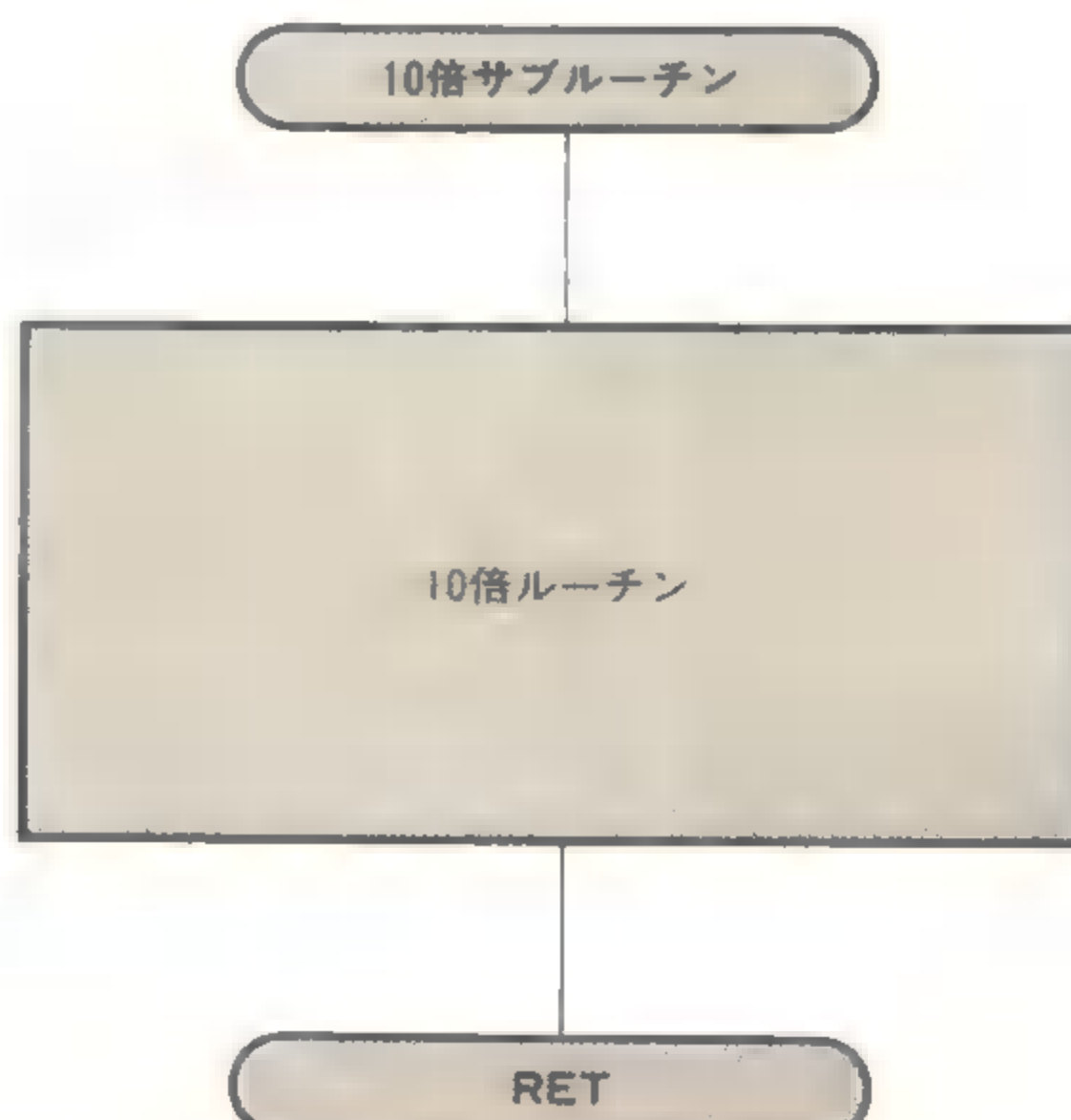
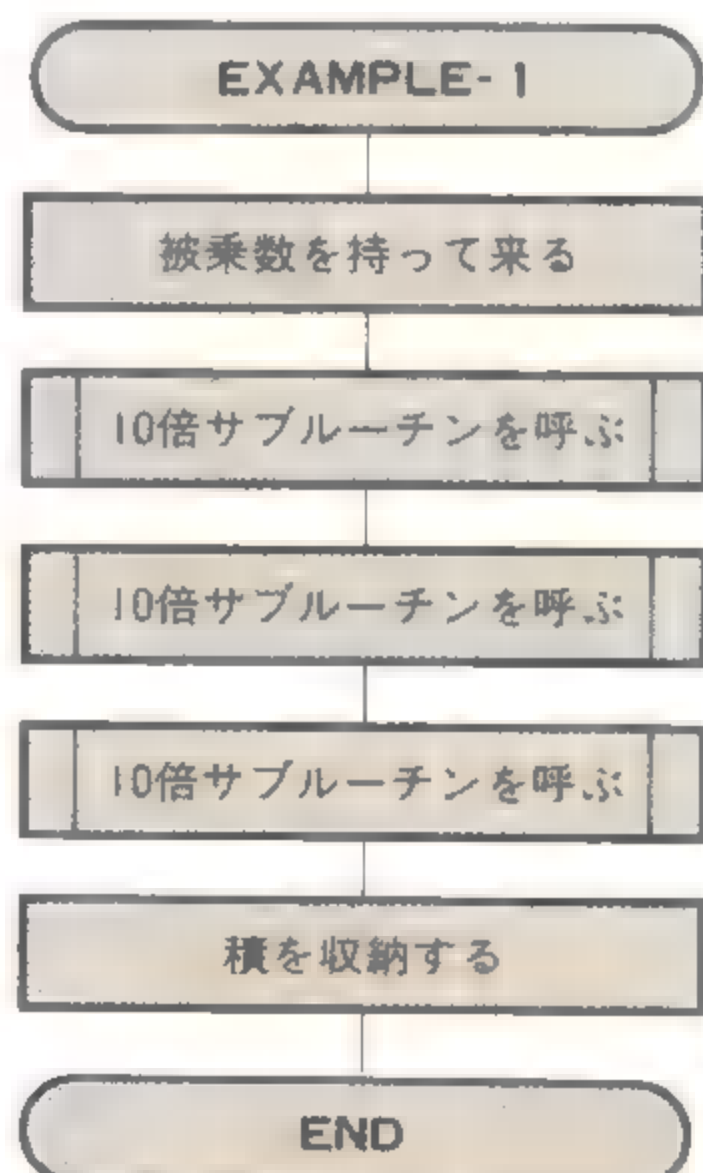
```
                ;==============================
                ;
                ;     program : EXAMPLE-1
                ;
                ;==============================
                ;
                ; FUNCTION := X1000
                ; INPUTS   := (E000H-E001H)
                ; OUTPUTS  := (E002H-E003H)
                ;
                ;
                        ORG   0D000H
                ;
                ;
D000 2A00E0             LD    HL,(0E000H)
                ;
D003 CD12D0             CALL  SUB1
D006 CD12D0             CALL  SUB1
D009 CD12D0             CALL  SUB1
                ;
D00C 2202E0             LD    (0E002H),HL
                ;
D00F C3665C             JP    5C66H
                ;
                ;
                ;
                ;------------------------------
                ;
                ;   SUBROUTINE-1
                ;
                ;------------------------------
                ;
                ; FUNCTION := X10
                ; INPUTS   := HL
                ; OUTPUTS  := HL
                ;
                ;
D012 54         SUB1:   LD    D,H
D013 5D                 LD    E,L
D014 29                 ADD   HL,HL
D015 29                 ADD   HL,HL
D016 19                 ADD   HL,DE
D017 29                 ADD   HL,HL
                ;
D018 C9                 RET
```

に，無条件にサブルーチンを呼び，またサブルーチンからもどって来る命令で，後者は，フラグ・レジスタ（F）の各フラグの状態によって，サブルーチンのコールやサブルーチンからのリターンを行うための命令です。

ジャンプ命令を紹介した時には，フラグによる条件判断に不慣れな皆さんも多い事と思い，一つ一つの命令を取りあげて説明して行きました。しかし，第14章の「プログラム例特集」なども通してフラグの変化にもだいぶ慣れて来た事と思いますので，本章のコール命令とリターン命令は簡単な説明と表だけを挙げておきたいと思います。あとは，より応用的な話を述べたいと思います。

《第61図》　EXAMPLE－0

《EXAMPLE－2》

```
                    ;===============================
                    ;
                    ;     program : EXAMPLE-2
                    ;
                    ;===============================
                    ;
                    ; FUNCTION  := X1000
                    ; INPUTS    := (E000H-E001H)
                    ; OUTPUTS   := (E002H-E003H)
                    ;
                    ;
                            ORG   0D000H
                    ;
                    ;
D000 2A00E0                 LD    HL,(0E000H)
                    ;
D003 0603                   LD    B,3
D005 CD10D0         LOOP:   CALL  SUB2
D008 10FB                   DJNZ  LOOP
                    ;
D00A 2202E0                 LD    (0E002H),HL
                    ;
D00D C3665C                 JP    5C66H
                    ;
                    ;
                    ;
                    ;-------------------------------
                    ;
                    ;   SUBROUTINE-2
                    ;
                    ;-------------------------------
                    ;
                    ; FUNCTION  := X10
                    ; INPUTS    := HL
                    ; OUTPUTS   := HL
                    ;
                    ;
D010 54             SUB2:   LD    D,H
D011 5D                     LD    E,L
D012 29                     ADD   HL,HL
D013 29                     ADD   HL,HL
D014 19                     ADD   HL,DE
D015 29                     ADD   HL,HL
                    ;
D016 C9                     RET
```

《第62図》　EXAMPLE－1

なお，リターン命令は全て1バイト命令，コール命令は全て3バイト命令で，2～3バイト目でジャンプ命令などと同じ様に，コールするサブルーチンのアドレスを指定します。

以前説明したジャンプ命令に，ここで登場したサブルーチン・コール命令，リターン命令などを加えた，ニーモニック↔マシン語の対応表（第63図）をあげておきますので，どんな命令があるのかを見ておいてください。もっとも，条件コール命令，リターン命令を使う機会はそれほど多くなく，ほとんどは無条件コール命令，リターン命令のみでも十分にようが足りる事でしょう。

CPU側から見たサブルーチン・コール

コール命令によってサブルーチンを呼び，リターン命令でもどって来る事は，容易に理解してもらえたと思います。ところで，このサブルーチン・コールにおいて，Z80は実際にはどの様な働きを行っているのでしょうか？　無条件コール命令，リターン命令を例に取って考えてみましょう。

まず，サブルーチン・コール時にCPUが行う事は，サブルーチンから帰る時のために，現在のプログラム・カウンタ（PC）の値を退避する事ですが，退避場所には，レジスタ退避の時に使われたのと同じスタックが用いられます。プログラム・カウンタ（PC）の値をスタックに退避した後は当然スタック・ポインタ（SP）からも2を減じておきます。次にジャンプ命令と同じ様に，コール先のサブルーチンのアドレスがプログラム・カウンタ（PC）に送り込まれてサブルーチンにジャンプします。

リターン命令ではこれと全く逆の動作を行い，スタックに退避してあった，もどり先のアドレスをスタックから取り出して，プログラム・カウンタ（PC）に送り込む事によってサブルーチンからもどる事ができます。

以上の事から，サブルーチン・コール命令，リターン命令共に，ジャンプ命令の特殊なものと考える事ができます。

また，サブルーチン内ではスタックの使い方に注意しなければならない事もわかります。スタックの内容を壊した上でリターン命令を実行してしまうと，プログラム・カウンタ（PC）に予想外の値が送り込まれてしまい，俗に言う「暴走」が起こってしまいます。

《第63図》ニーモニック↔マシン語対応表

ジャンプ，コール，リターン

×	UN COND	C	NC	Z	NZ	PE	PO	M	P	
JP ×, nn	C3 n n	DA n n	D2 n n	CA n n	C2 n n	EA n n	E2 n n	FA n n	F2 n n	
JP ×, e	18 e −2	38 e −2	30 e −2	28 e −2	20 e −2					
JP (HL)	E9									
JP (IX)	DD E9									
JP (IY)	FD E9									
CALL ×, nn	CD n n	DC n n	DC n n	D4 n n	CC n n	EC n n	E4 n n	FC n n	F4 n n	
DJNZ e										10 e −2
RET ×	C9	D8	D0	C8	C0	E8	E0	F8	F0	
RETI	ED 4D									
RETN	ED 45									

リスタート

RST 00H	C7
RST 08H	CF
RST 10H	D7
RST 18H	DF
RST 20H	E7
RST 28H	EF
RST 30H	F7
RST 38H	FF

割り込み処理ルーチンからのリターン命令

この命令と次のリスタート命令は一般のユーザーにはあまり関係の無い命令でしょう。初心者の方や興味の無い方は，読み飛ばしてください。

一般のサブルーチンへはコール命令によってジャンプしますが，ハードウエアからの割り込み要求に対しては，割り込み処理ルーチンへのジャンプが行われます。当然，割り込み処理ルーチンからもどるためのリターン命令が必要ですが，通常の割り込み処理からもどるための命令とマスクされない割り込みに対する割り込み処理ルーチンからもどるリターン命令が用意されており，前者のニーモックは，

RETI

後者は，

RETN

となっています。

この命令実行後は，インタラプト・イネーブル・フリップ・フロップ（IFF）が，次の割り込み要求に備えてセットされ，割り込み要求が来ていれば，その受け入れを許可します。

リスタート命令

リスタート命令は，少しかわったサブルーチン・コール命令で，コール先のアドレス８種が最初から決められてしまっています。

コール先のアドレスを自由に指定できないコール命令なんて使い道があるのかな？　などと思われるかも知れませんが，１バイトでサブルーチン・コールが行えるのですから，省メモリのためには非常に役に立つ命令です。

ニーモニックは，

RST　００H
RST　０８H
RST　１０H
RST　１８H
RST　２０H
RST　２８H
RST　３０H
RST　３８H

のように，コール先のアドレスに合わせて８種類が，用意されています。

リスタート命令本来の目的は，頻繁に利用するサブルーチンを，リスタート命令で呼び出せるようなプログラム構成にしておく事によって達成されますが，N－BASICでは，

RST　００H

から

RST　１８H

までを，インタプリタ自身が使用し，

RST　２０H

から

RST　３８H

まではユーザーのために，RAM上のジャンプ・テーブルにジャンプする様に構成されています。このジャンプ・テーブルには，N－BASICがスタートした時点で，リターン命令が書き込まれますが，ユーザーが自分の利用したいサブルーチンへのジャンプ命令を書き込む事によって，好きなサブルーチンのコール用にリスタート命令を使う事ができます。

第64図にN－BASICが使うリスタート命令のコール先アドレスと，ユーザーのためのジャン

《第64図》　リスタート命令のジャンプ先

RST　00H～RST　18H

リスタート命令	ジャンプ先	使用目的
RST　００H	００００H	N－BASICのコールド・スタート
RST　０８H	００６AH	N－BASICのホット・スタート
RST　１０H	４２５９H	N－BASICのテキスト解釈サブルーチン
RST　１８H	４０A６H	各周辺機器への１バイト出力サブルーチン

RST　20H～RST　38H

リスタート命令	ジャンプ先
RST　２０H	F１DAH
RST　２８H	F１DDH
RST　３０H	F１E０H
RST　３８H	F１E３H

プ・テーブルのアドレスを示します。

また，この命令を利用する事によって，リロケータブルなプログラムを組む事が比較的容易になります。ここでは説明を省略させていただきますが，興味のある方は考えてみてください。

RST 00H

↓

0000H番地へジャンプ

↓

N-BASIC

コールド・スタート

どこへいったのBASICちゃ〜〜ん

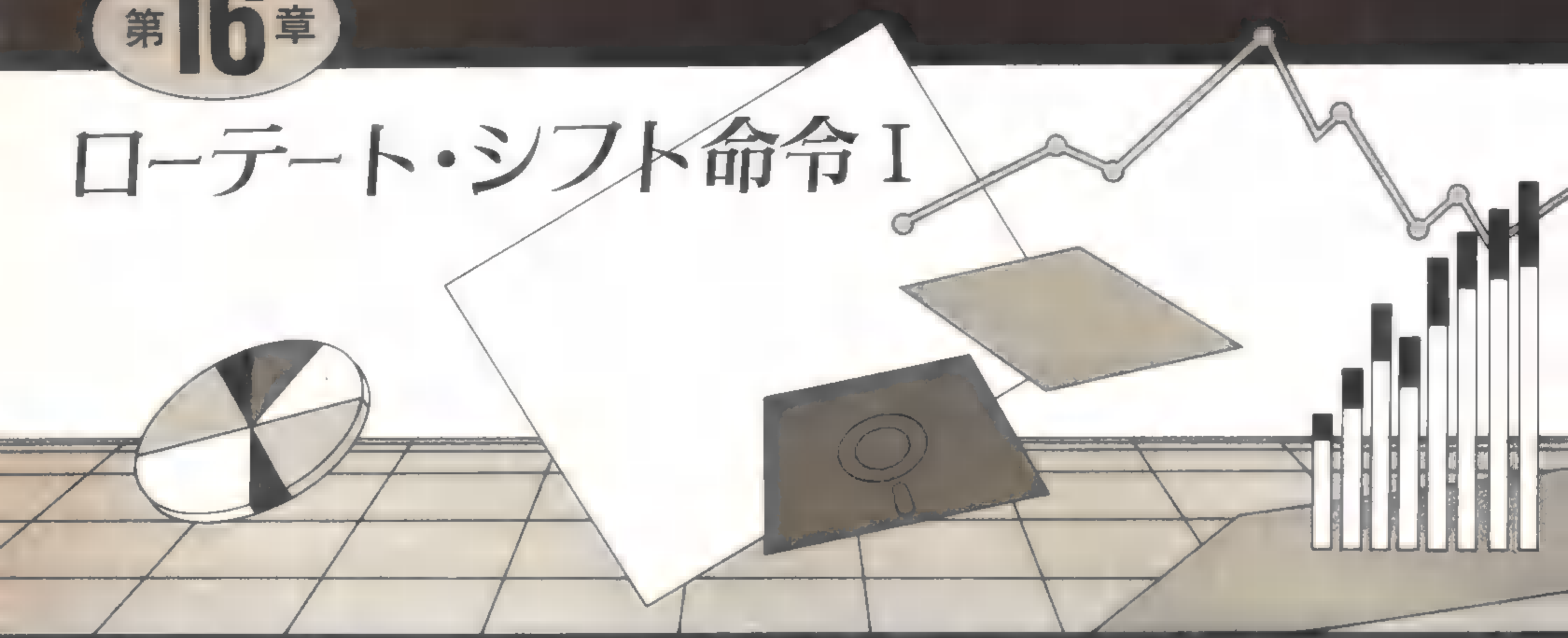
マシン語

実行前のBASICは消去される

＝

RESET

を押した状態

ローテート・シフト命令I

第16章から第18章に渡って，ローテート・シフト命令の説明を行います。これらの命令は，BASICなどの高級言語にはほとんど表われない，マシン語独特のもので，いろいろな応用を行って行く上で，必ず必要となって来る命令でしょう。

2進数の概念さえ理解していれば，命令自体は単純なものなのですが，マシン語で乗除算やグラフィック用のビット・データを扱う場合などの中心となるたいへん底の深い命令です。

マシン語の楽しさを十分に味わってください。

ローテート・シフトとは何か

この章で説明する，ローテート・シフト命令とは何を行うための命令なのでしょうか？

皆さんも良く御存知のとおり，マイクロコンピュータのメモリには，2進数のデータが記憶されています。この2進数のデータ8ビットが集まって，1バイトを構成しているのですが，人間の側から見ると，コンピュータのメモリ上にも，

　　ＥＣＨ

とか，

　　３５Ｈ

の様な16進数で記憶されているかのように思える事さえあります。もっとも，ＢＡＳＩＣのような高級言語を使っている場合などは，コンピュータの中にも10進数や文字などが直接記憶されたと思っても不思議ではありません。まるで，写真のフィルムが入っていて，ＣＲＴ画面に投影されている様な感じさえ受けてしまいます。

少し話がそれましたが，1バイトの16進数も実際は8ビットの2進数である事を強調したかったのです。

例をあげれば，

　　ＥＣＨ

も，実際には，

　　１１１０　１１００

であり，

　　３５Ｈ

は，

　　００１１　０１０１

であるのです。

この様な2進数の列を左右にずらす（シフトする）ための命令がシフト命令です。たとえば，

　　１０１０　１０１０

を1ビット，右にシフトする事によって，

　　→１０１０　１０１０→

　　　　　〈右にシフト〉

　　Ｘ１０１　０１０１

と変化する事ができます。

　　１１１１　００００

を左にシフトすれば，

　　１１１０　０００Ｘ

となります。Xの部分に何を入れるのかは，各種の命令が用意されていて異なります。

ローテートの場合には，2進数の列の両端をつないで輪のようにしたものを回転（ローテート）する事が目的です。

例えば，8ビットのレジスタの値を右に1ビットだけ回転（ローテート）した場合には，

0010　0010

▼　〈右にローテート〉

→0010　0010→

▼

0001　0001

のようになります。

基本的なローテート・シフト命令

Z80には，合計76個ものローテート・シフト命令が用意されていますが，その中の2個は8080当時に存在しなかった命令です。言いかえれば，8080の場合は，わずか4個のローテート・シフト命令によって全てを代用していた事になります。

この最も基本的なローテート・シフト命令は，全てAレジスタ（アキュームレータ）に働くローテート命令で，ニーモニックは，

RLCA
RRCA
RLA
RRA

の4種類で，オペランドはありません。

これらの基本命令の使い方を理解すれば，残りのほとんどの命令は，バリエーションにすぎませんから，基本命令をしっかりと理解する事が重要です。

なお，これらの命令は，サイン・フラグ（S）及びゼロ・フラグ（Z）等には影響を与えませんが，キャリー・フラグ（CY）は重要な働きをします。

RLCA命令

RLCAは，

Rotate
Left
Circular
Accumulator

の頭文字を取ったもので，Aレジスタ（アキュームレータ）の8個のビットを輪のように考えて，左へ1ビット分だけ回転（ローテート）する命令です。実行後キャリー・フラグ（CY）には，Aレジスタの第7ビットのデータであったものが送り込まれます。

例えば，Aレジスタに，

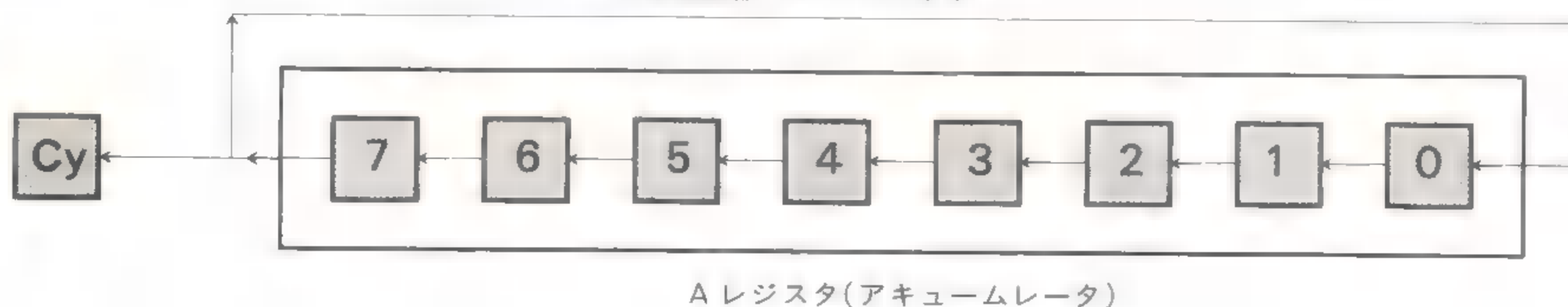
1100　1100

が入っている時に，この命令を実行すると，Aレジスタの値は，

1001　1001

に変化し，キャリー・フラグ（CY）は1にセットされます。

8080当時から用意されているローテート・シフト命令は全て1バイト命令で，この命令のマシン語は，07Hです。

《第65図》PLCA命令

RRCA命令

RRCAは，

　　Rotate
　　　Right
　　　　Circular
　　　　　Accumulator

の頭文字を取ったもので，Aレジスタ（アキュームレータ）の8個のビットを輪のように考えて，

　　RLCA

とは逆に，右へ1ビット分回転する命令です。実行後キャリー・フラグ（CY）には，Aレジスタの第0ビットのデータであったものが送り込まれます。

例えば，Aレジスタに，

　　0001　0001

が入っている時に，この命令を実行すると，Aレジスタの値は，

　　1000　1000

に変化し，キャリーフラグ（CY）は1にセットされます。

また，この命令のマシン・コードは0FHとなります。

RLA命令

RLAは，

　　Rotate
　　　Left with carry
　　　　Accumulator

の頭文字を取ったものです。

左に，回転（ローテート）する点では，

　　RLCA

と同じなのですが，回転する輪が，Aレジスタにキャリー・フラグ（CY）を加えた9ビットになっている点が特色です。

例えば，キャリー・フラグ（CY）とAレジスタの内容が，

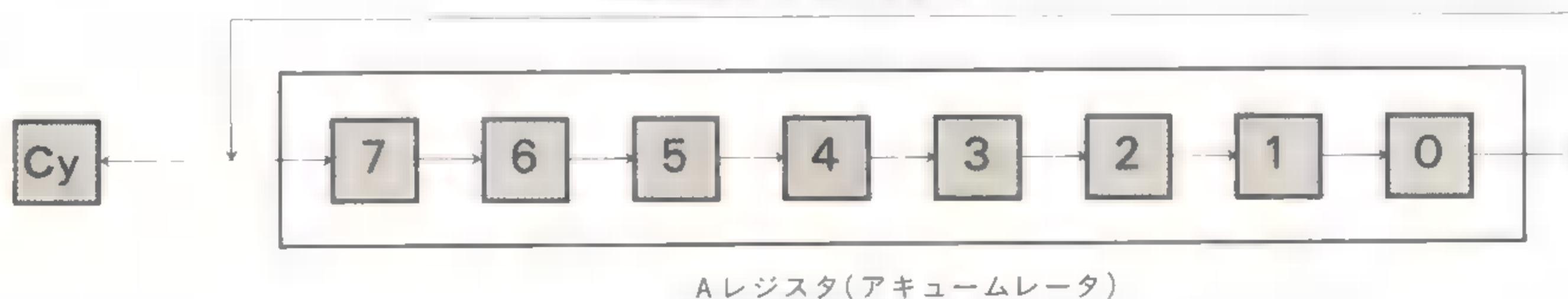
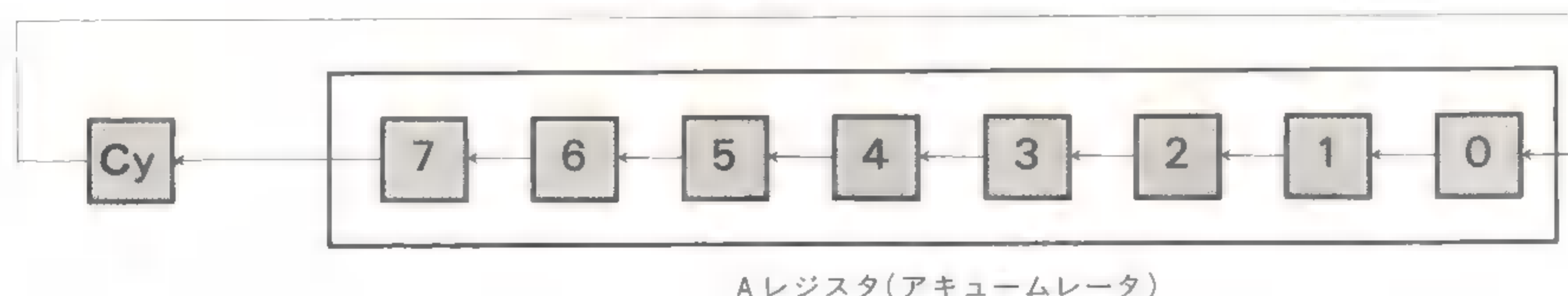
　　1（CY）　1110　1011

である時に，この命令を実行すると，

　　1（CY）　1101　0111

に変化します。

また，この命令のマシン・コードは，17Hとなります。

《第66図》RRCA命令

《第67図》RLA命令

RRA命令

RRAは,

Rotate
Right with carry
Accumulator

の頭文字をとったもので，Aレジスタ（アキュームレータ）にキャリー・フラグ（CY）を加えた9ビットのデータを輪のようにして,

RLA

とは逆に，右に1ビット分回転する命令です。

例えば，キャリー・フラグ（CY）とAレジスタの内容が,

cy
0　1010　0101

である時に，この命令を実行すると

cy
1　0101　0010

に変化します。

又この命令のマシン・コードは，1FHとなります。

Q and A コーナー

ここで，私から読者の皆さんへ質問を出してみましょう。

この問題は，FORESIGHTの会報に掲載して多くの応募をいただき,

「ぜひ，初心者向けの解説をして欲しい」

との希望が多かったものです。

なお，解説と解答は第19章で紹介しますので，すこしむずかしい問題ですが，考えておいていただきたいと思います。

EXAMINATION

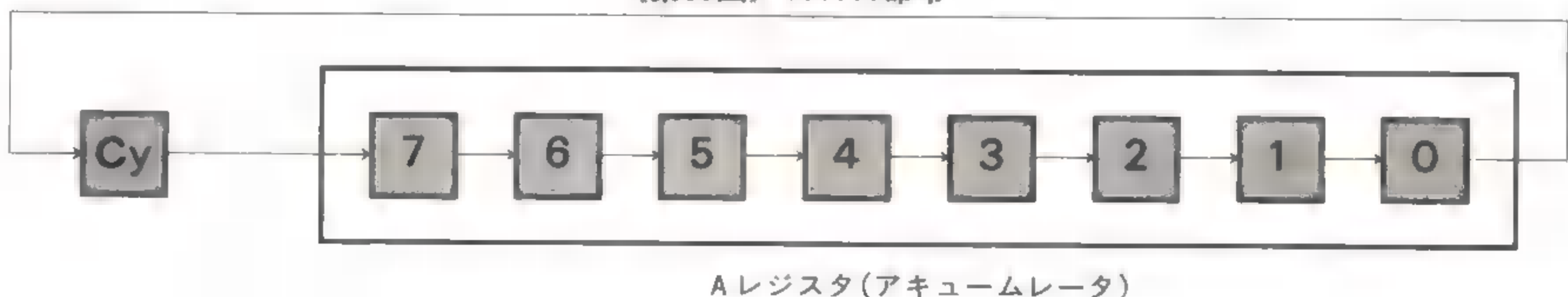
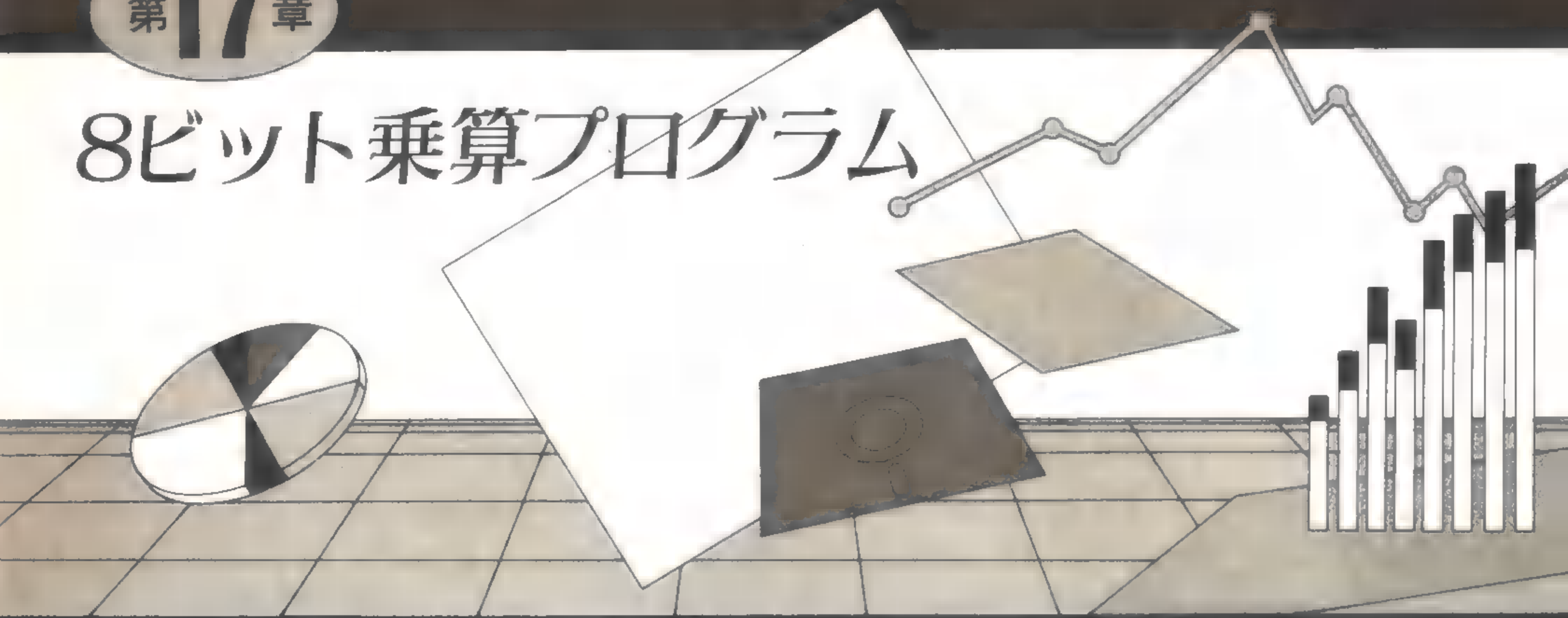
PC−8001のROM領域である，0000H～5FFFH番地の中から，N−BASICのプロンプト・メッセージ「Ok」がキャラクタ・コードで収納されているアドレスを見つけだして「O」の収納されているアドレスを，4桁の16進数でCRT画面に表示してください。

なお，5EC0H番地からのROM内サブルーチンをコールする事によって，HLレジスタ対の16進数を4桁でCRT画面に表示する事ができます。

まとめ

本章では，ローテート・シフト命令の中でも最も基本となる4個の命令について説明を行いました。実際には，この4個の命令だけでも十分に間に合うのですが，より少ないステップ数でプログラムを作るために，Z80では大幅に命令が拡張されたわけです。

さて，次章ではプログラム例でも出しながら，ローテート・シフト命令が，実際にはどのような現場で使用されるのかを調べて行きたいと思います。

《第68図》RRA命令

第17章 8ビット乗算プログラム

第16章では，基本的な4個のローテート命令を紹介しましたが，本章では，それらの命令の応用例として，8ビットの乗算プログラムを考えてみましょう。一見して一瞬で答を算出している様に思えるコンピュータでも，実際には，人間が筆算を行う時のように1桁ずつ,計算して行く，Z80の人間らしい一面を知る事ができると思います。

なお，ここでは8ビットの乗算を行いますが，16ビットの乗算や除算なども考え方は同じです。皆さんもチャレンジしてみてください。

ローテート・シフトの目的

レジスタ内の2進数を，左右にシフトした場合の意義を考えてみましょう。

まず，だれでも考えつく事は，レジスタ内の各ビットが0であるか1であるかを，調べる事ができる点でしょう。ローテートまたはシフト命令の直後にキャリー・フラグ(CY)の値を調べれば，レジスタの最上(下)位ビットを調べる事ができます。

しかし，ローテート・シフト命令の応用範囲は，単にこれだけにはとどまらないのです。

皆さんが，10進数で表現されている数値を

10倍，100倍，1000倍～

する場合は，どのようにしますか？

まさか， 123を100倍するために，

```
      1 2 3
  ×   1 0 0
  ---------
      0 0 0
    0 0 0
  1 2 3
  ---------
  1 2 3 0 0
```

と，筆算で求める人はいないでしょう。普通は，0を2個付け加えて，

1 2 3 0 0

と，すぐに求められます，逆に，

10分の1，100分の1，1000分の1，～

する場合にも，小数点の位置を左に移動するだけで良いわけです。

以上は，10進数の場合ですが，実際にコンピュータで扱う2進数の場合には，どうなるのかを考えてみましょう。

2進数の1を基準にして，最下位に0を付け加え，最上位のビットを削って行ってみましょう。つまり左にシフトしているのと同じ事になります。

```
0000 0001 ……………… 1
0000 0010 ……………… 2
0000 0100 ……………… 4
0000 1000 ……………… [illegible]
0001 0000 ……………… 16
0010 0000 ……………… 32
          ⁝
```

右側の10進数を見ればわかるように，最初の数値に比較して，

２倍，４倍，８倍，16倍，32倍～
となっています。

逆に，右にシフトする事で，

２分の１，４分の１，８分の１～
が求められる事も，容易に想像がつくと思います。

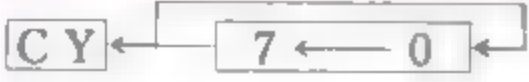
この様に，２進数の数値データをｎビットだけシフトする事は，

2^nを乗じる事
であると同時に，

小数点の位置をｎ個分移動する事
でもあるのです。

この性質を巧みに利用することによって，Ｚ８０に命令として用意されていない，乗算や除算，そして他の多くの関数などを実現することができるのです。

それでは早速，このローテート・シフト命令を利用した，８ビット乗算プログラムを考えてみましょう。なお，説明は前章で紹介した４種の基本命令だけに限定して行います。

8ビット乗算 アルゴリズム解説

ここで紹介するプログラムは，８ビットの乗算を行うためのプログラムで，基本的な４個のローテート・シフト命令の中で，

ＲＲＣＡ
ＲＬＡ
の，２個を利用しています。これらの命令の働きを簡単な図にしておきますので，前章での説明を思い出してください。(第69図)。

《第69図》基本的なローテート・シフト命令

ニーモック	オペレーション	フラグ S	Z	H	P/V	N	C
RLCA	CY←[7←0]← (bit7→bit0)	・	・	0	・	0	↕
RLA	←CY←[7←0]←	・	・	0	・	0	↕
RRCA	→[7→0]→CY (bit0→bit7)	・	・	0	・	0	↕
RRA	→[7→0]→CY→	・	・	0	・	0	↕

一般にマシン語で乗算を行う必要が生じた場合は，どんな方法で乗算を行うのでしょうか？

私の場合には，マシン語の高速性に頼ってしまい，ループをつくって，加算を行う事がほとんどです。

例えば，Ｂレジスタの値とＣレジスタの値を掛け合わせるために，

```
          XOR   A
LOOP:     ADD   A, C
          DJNZ  LOOP
```

を行えば，一応Ａレジスタに積を求める事ができます。ただし，Ｂレジスタに０を与えると，誤動作しますので，事前にチェックしなければなりません。

以上の方法で乗算を行うのも，プログラム自体が簡単になって良いのですが，合理的な方法でないのはたしかです。

そこで，ローテート・シフト命令を十分に活用し，プログラムで筆算をシミュレートしてみましょう。

ためしに，

１３＊１２
を，筆算で行ったものを，10進数と２進数の場合に分けて示します(第70図)。

両者を比較していただけばおわかりのように，１０進数の乗算を筆算で行うためには，最低

多桁＊１桁
の乗算を行う事が不可欠であり，どのように考えても，乗算からのがれる事はできません。私達が小学校のころに，九九算を記憶しなければならなかったのも，この様な理由によるものなのでしょう。

ところが，２進数で筆算を行う上では乗算は全く必要ありません。なぜならば，２進数では，

０を掛ける
か

１を掛ける

か，だけなので，結果を，

0

と，

もとの数値

のどちらかに限定する事ができるからです。

この，8ビット2進数乗算の筆算アルゴリズムをフローチャートにしたものが，第71図です。

《第70図》13＊12の計算（10進数と2進数）

ようするに，乗数を下位ビットから順に調べて行くと同時に，被乗数を左にシフト（2倍）して行き，乗数のビットが1であった場合のみ，シフトして来た被乗数を積に加えて行けば良いのです。

文章やフローチャートでは，少しわかりにくいかも知れませんので，アルゴリズムを箇条書きにしてみます。

1．積を0にクリアします。

2．乗数を右にローテート（回転）して最下位ビット（ＬＳＢ）を調べます。

3．上で調べたビットが1であれば積に被乗数を加えます。

4，被乗数を左に1ビットシフトします。

5．2から4までを8回くり返します。

《第71図》8ビット2進数乗算のフローチャート

以上のアルゴリズムによって，プログラミングを行いますが，例によって，被乗数，乗数および積を収納するためのメモリを決めなければなりませんが，私は次のように決定しました。

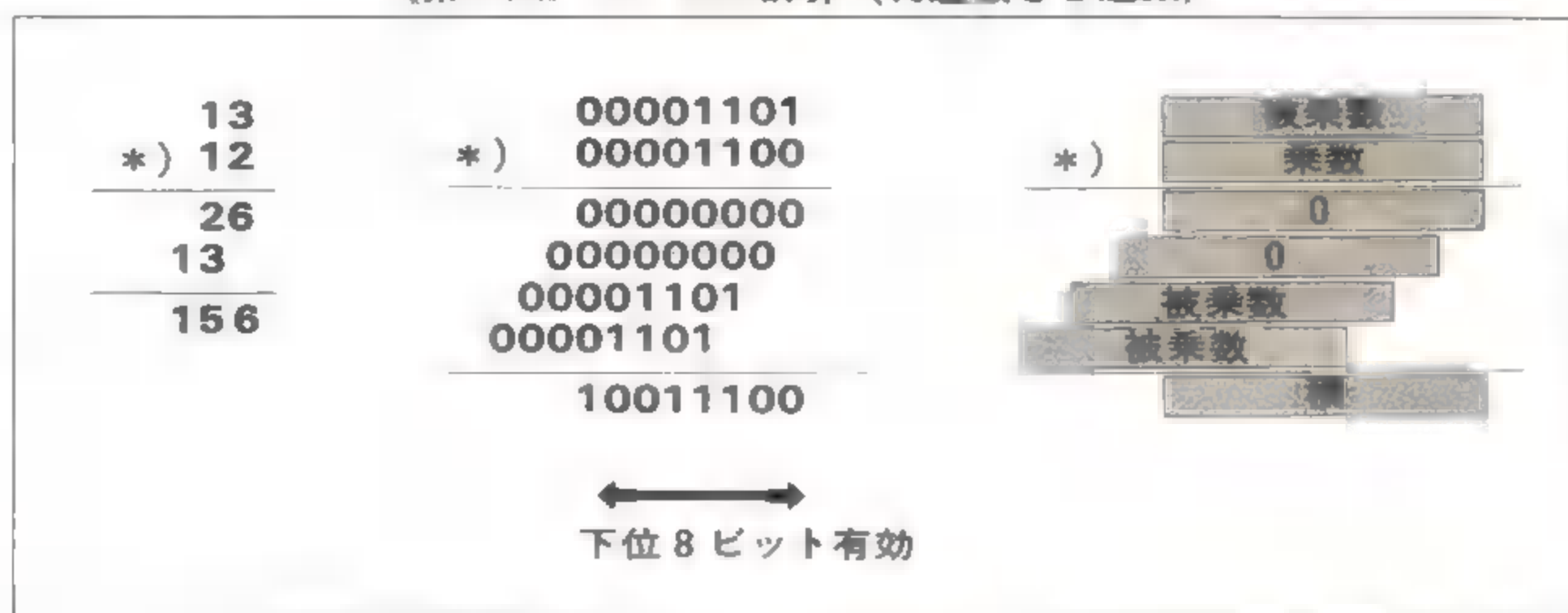
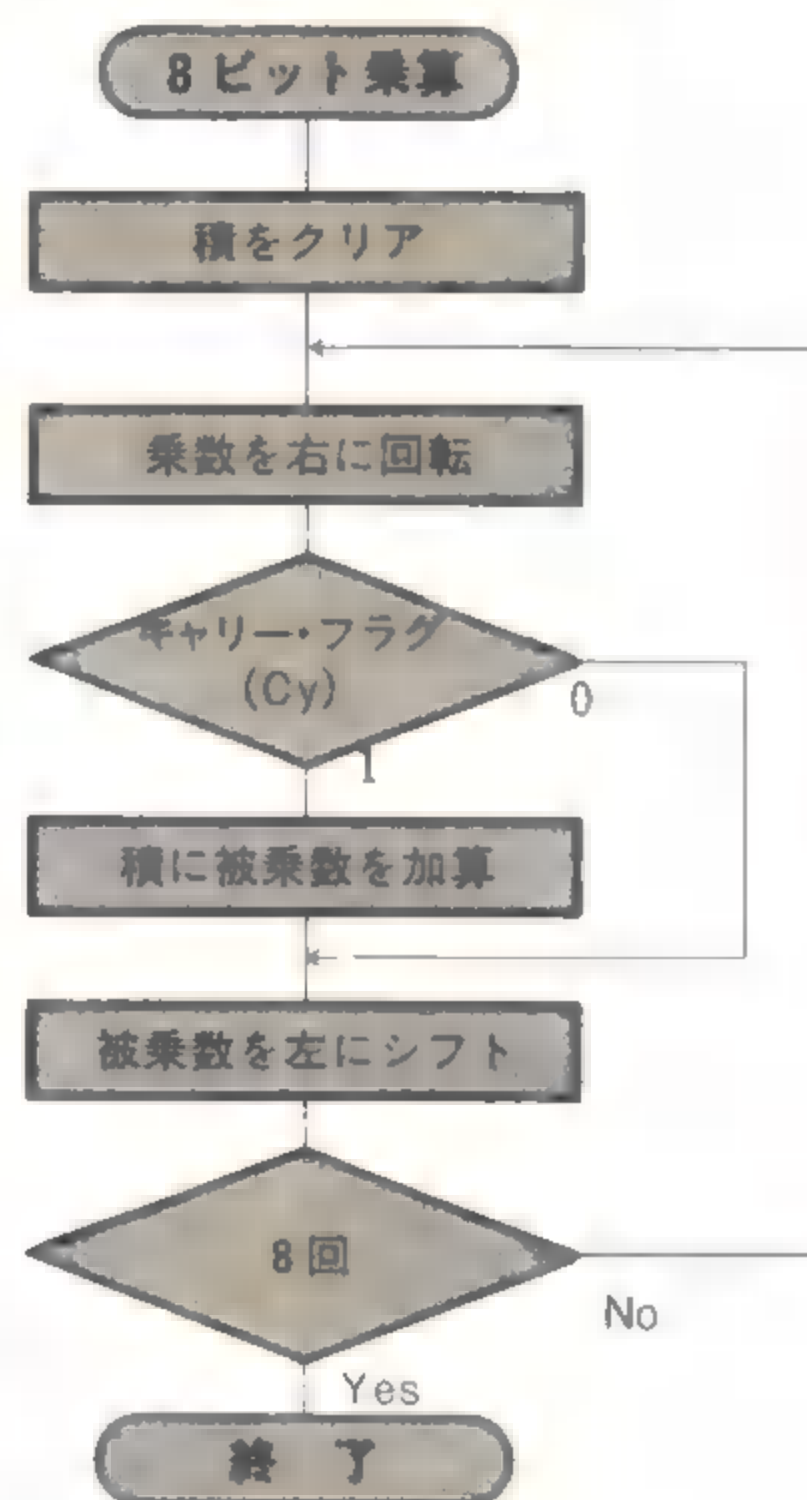
Ｅ０００Ｈ番地←—被乗数

Ｅ００１Ｈ番地←—乗数

Ｅ００２Ｈ番地—→積

つまり，掛け合わせたい2個の数値を，Ｅ０００Ｈ番地とＥ００１Ｈ番地に収納してプログラムを実行するとＥ００２Ｈ番地に結果が得られる様にします。結果は，モニタのＤコマンド等によって確認してください。

また，プログラムはＤ０００Ｈ番地からのマシン語としてアセンブルしましたが，完全リロケータブルなので，好きなアドレスに置いて実行する事ができます。

データ・エリアも簡単に変更できますので，ためしてみてください。

8ビット乗算プログラム解説

私の考えた8ビット乗算プログラムの一例（第72図）を示します。

これまで何度もくり返して来たように，コンピュータのプログラミングで最も重要なのは，

「いかにコーディングを行うか」

では無くて，

「いかにアルゴリズムを組立てるか」

であり，

「いかに多くのコマンドを憶えるか」

では絶対にありません。あの石井晴正先生も，

「どんなプログラム言語を用いたら良いか？」

の質問に対して，次のように答えておられます。

《第72図》 8ビット乗算プログラム

```
                       ;  ********************
                       ;
                       ;    8 BIT MULTIPLICATION
                       ;
                       ;  ********************
                       ;
                       ;
                       ; INPUTS    : (E000H)  <-MULTIPLICAND
                       ;           : (E001H)  <-MULTIPLIER
                       ; OUTPUTS   : (E002H)  <-PRODUCT
                       ;
                       ;
                               ORG   0D000H
                       ;
                       ;
D000   DD2100E0                LD    IX,0E000H  ;DATA START ADDRESS
                       ;
D004   AF                      XOR   A          ;CLEAR
D005   DD7702                  LD    (IX+2),A   ;     PRODUCT
                       ;
D008   0608                    LD    B,8        ;SET LOOP COUNTER
                       ;
D00A   DD7E01  MULT1 :         LD    A,(IX+1)   ;
D00D   0F                      RRCA             ;CHECK
D00E   DD7701                  LD    (IX+1),A   ;     MULTIPLIER LSB
D011   3009                    JR    NC,MULT2   ;
                       ;
D013   DD7E02                  LD    A,(IX+2)   ;
D016   DD8600                  ADD   A,(IX)     ;ADDITION
D019   DD7702                  LD    (IX+2),A   ;
                       ;
D01C   DD7E00  MULT2 :         LD    A,(IX)     ;
D01F   A7                      AND   A          ;SHIFT LEFT
D020   17                      RLA              ;     MULTIPLICAND
D021   DD7700                  LD    (IX),A     ;
                       ;
D024   10E4                    DJNZ  MULT1      ;LOOP  8  TIMES
                       ;
D026   C3665C                  JP    5C66H      ;JUMP TO MONITOR
```

「アルゴリズムさえ正しければ，どの様な言語を用いても正しい結果が得られる。ただ言語によって異なるのは実行速度のみである」
と。全く先生の話されたとおりだと思います。もっとも，私の様な凡人にとっては，プロミグラングに要する手間や時間も重要な要素となって来ますが，私のまわりにはＢＡＳＩＣよりマシン語の方が手間がかからないと言っている友人も多く，驚いてしまいます。

プログラムのコーディングにあたっては，普段あまり使用される機会の無いインデックス・レジスタ（ＩＸ）を多用してみました。そのため，実行速度やメモリ容量の点では多少不利になっていますが，Ｚ８０らしい見易いプログラムになっていると思います。

８回のループを行うためのループ・カウンタとしては，一般的なＢレジスタを利用しています。

アセンブル・リストには，コメントとして，アルゴリズムを入れておきましたので，フローチャートと共に，ニーモニックを追ってみてください。少し複雑なプログラムなので多少解析しずらいかも知れません。

なお，このプログラムでは，Ａレジスタのデータを左に１ビットだけシフトするために，

ＡＮＤ　　Ａ
ＲＬＡ

を行っています。これは，論理演算命令を実行してキャリー・フラグ(ＣＹ)を０にリセットした後，ローテートする事によって，シフトを実現しているものです。(第73図)。

この時に，

ＡＮＤ　　Ａ

を行わないと，ローテートした時点で，Ａレジスタの最下位ビット（ＬＳＢ）に１が入ってしまいます。

実際に，Ａレジスタのデータを左にシフトするだけであれば，

ＡＤＤ　　Ａ，Ａ

を行って，Ａレジスタを２倍すれば良いのですが，
ここでは，ローテート命令を使いたかったので，この方法をとりました。

《第73図》Aレジスタのデータを左に1ビットシフト

まとめ

第16章から第17章に渡って基本的な４個のローテート・シフト命令を説明しましたが，いかがだったでしょうか？　私はこれらの命令が最もマシン語的な感覚の命令ではないかと思っています。

さて，次の章では，Ｚ８０になって拡張された多くのローテート・シフト命令を簡単に紹介したいと思います。

第18章 ローテート・シフト命令II

本章では８０８０からＺ８０へ拡張された時点で追加されたローテート・シフト命令を，ざっとですが説明したいと思います。

何度もくり返して述べて来た様に，これらの追加された命令は，あくまで

「あれば便利な命令」

に過ぎず，

「必要不可欠な命令」

ではありません。Ｚ８０を使いこなそうと思えば重要な命令かもしれませんが，まず，基本的な４種の命令

RLCA
RRCA
RLA
RRA

だけでも十分に熱知しておいて欲しいものです。

ですから，本章の説明も上記の４種の命令を補足する様な気軽なつもりで読んでいただきたいと思います。数多くのニーモニックが用意されていますから，その中の一つや二つ忘れたり区別がつけられなくてもプログラミングの大勢には，ほとんど影響ありません。

ＲＬＣ命令

基本命令の

ＲＬＣＡ

が，Ａレジスタのみに有効であったものを，他のレジスタやメモリ上の値に対しても有効にしたもので，

ＲＬＣ　Ｌ
ＲＬＣ　（ＨＬ）
ＲＬＣ　（ＩＸ＋１２Ｈ）

などの様にして使います。

ちなみに，

ＲＬＣ　Ａ

は，基本命令の

ＲＬＣＡ

と同じ働きを行いますが，フラグへの影響が異なり，たとえば基本命令ではサイン・フラグ（Ｓ）やゼロ・フラグ（Ｚ）に対して全く影響を及ぼさなかったのに対してＺ８０で拡張されたローテート・シフト命令では，ほとんどのフラグに対して影響を与える様になっています。また，アセンブルした場合にも２バイト命令になります。

RL命令

基本命令の

RLA

を，Aレジスタ以外のレジスタやメモリ上の値に対して直接働く様にしたもので，

RL　　B
RL　　(IY)
RL　　(IY+127)

などの様にして使います。

RL　　A

は，基本命令の

RLA

と同じ働きを行いますが，やはりフラグへの影響は異なります。

RRC命令

基本命令の

RRCA

を，Aレジスタ以外のレジスタやメモリ上の値に対して直接働く様にしたもので，

RRC　E
RRC　(HL)
RRC　(IX)

などの様にして使います。

RLC　A

は基本命令の

RRCA

と同じ働きを行いますが，やはりフラグへの影響は異なります。

RR命令

基本命令の

RRA

を，Aレジスタ以外のレジスタやメモリ上の値に対して直接働く様にしたもので，

RR　　C
RR　　(HL)
RR　　(IX−12H)

のようにして使います。

RR　　A

は，基本命令の

RRA

と同じ働きを行いますが，やはりフラグへの影響は異なります。

SLA命令

SLAは，

Shift
Left
Arithmetic

の頭文字をとったもので，

「数学的な左シフト」

の意味です。

具体的には，もとの8ビットの情報を左に1ビット分シフトし，最上位ビットからの情報をキャリー・フラグ（CY）にセットし，最下位ビットを無条件に0にしてしまいます。Aレジスタに対する

SLA　A

を，今までに説明した他の命令に置き換えれば，

AND　A
RL　　A

の2ステップで代用する事ができますが，1ステップ目は，キャリー・フラグ（CY）を0にリセットするために実行する命令です。

SRA命令

SRAは，

Shift
Right
Arithmetic

の頭文字をとったもので，

「数学的な右シフト」

の意味です。

具体的には，もとの８ビットの情報を右に１ビット分シフトし，最下位ビットからの情報をキャリー・フラグ（ＣＹ）にセットしますが，最上位ビット（第７ビット）は全く変化しません。

この命令によって，正負を考慮した１バイトの数値（－１２８～１２７）を１ステップで２分の１にする事ができます。

実際には，

ＳＲＡ　　Ｃ
ＳＲＡ　　（ＨＬ）
ＳＲＡ　　（ＩＹ＋００Ｈ）

の様に使用します。

ＳＲＬ命令

ＳＲＬは，

Shift
Right
Logical

の頭文字をとったもので，

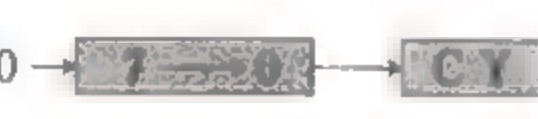
「論理的な右シフト」

の意味です。

具体的には，もとの８ビットの情報を右に１ビット分シフトし，最下位ビットからの情報をキャリー・フラグ（ＣＹ）にセットし，最上位ビットを無条件に０にしてしまいます。Ａレジスタに対する

ＳＲＬ　　Ａ

を，今までに説明した他の命令に置き換えれば，

ＡＮＤ　　Ａ
ＲＲ　　　Ａ

の２ステップで代用する事ができます。

先程紹介しました。

ＳＬＡ

と逆の命令と考える事ができます。

《第74図》Ｚ80で拡張されたローテート・シフト命令群

ニーモニック	オペレーション	フラグ S Z H P/V N C
PLC r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
PLC(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
PLC(IX+d)	CY ← 7 ← 0	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IX+d), (IY+d)	
RLC(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RL r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RL(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RL(IX+d)	CY ← 7 ← 0	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IX+d), (IY+d)	
RL(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RRC r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RRC(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RRC(IX+d)	7 → 0 → CY	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IX+d), (IY+d)	
RRC(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RR r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RR(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RR(IX+d)	7 → 0 → CY	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↑
RR(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SLA r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SLA(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SLA(IX+d)	CY ← 7 ← 0 ←	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IX+d), (IY+d)	
SLA(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SRA r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SRA(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SRA(IX+d)	7 → 0 → CY	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IX+d), (IY+d)	
SRA(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SRL r		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SRL(HL)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
SRL(IX+d)	0 → 7 → 0 → CY	↕ ↕ 0 P 0 ↕
	r, (HL), (IY+d), (IY+d)	
SRL(IY+d)		↕ ↕ 0 P 0 ↕
RLD	A 7-4 | 3-0　7-4 | 3-0 (HL)	↕ ↕ 0 P 0 ・
RRD	A 7-4 | 3-0　7-4 | 3-0 (HL)	↕ ↕ 0 P 0 ・

RLD命令

RLDは,

Rotate

Left

Digit

の頭文字をとったものでオペランドはありません。

今までに説明して来たローテート・シフト命令は全て，1ビット単位で動作を行いましたが，この命令では，4ビット単位でのローテートを行う事ができます。ローテートの対象となるのは，HLレジスタ対で指定するメモリ上のデータで，Aレジスタも重要な役目を持っています。

具体的には説明するよりも[illegible]74図のオペレーションの項を見ていただいた方が早いでしょう。

実際には，メモリ上にBCDコードで収納されている10進数を桁単位でシフトする場合に便利なようですが，私自身が一度も利用した事の無い事を考えるとあまり一般的な命令では無いのかも知れません。

RRD命令

RRDは,

Rotate

Right

Digit

の頭文字をとったもので，やはりオペランドはありません。

RLD

のローテート方向を逆にしたものと考えれば良いと思います。

BCDコードについて

命令の説明文中にBCDコードという少し聞き慣れない単語が登場して来ました。このBCDコードを説明する前に，いくつか「コード」と付く単語を並べてみましょう。

バイナリ・コード(BINARY CODE)

16進コード (HEXA CODE)

アスキー・コード (ASCII CODE)

キャラクタ・コード

(CHARACTER CODE)

《第75図》ローテート・シフト命令（ニーモニック→マシン[illegible]対応表）

×	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(IX+d)	(IY+d)
RLC ×	CB 07	CB 00	CB 01	CB 02	CB 03	CB 04	CB 05	CB 06	DD CB d 06	FD CB d 06
RRC ×	CB 0F	CB 08	CB 09	CB 0A	CB 0B	CB 0C	CB 0D	CB 0E	DD CB d 0E	FD CB d 1E
RL ×	CB 17	CB 10	CB 11	CB 12	CB 13	CB 14	CB 15	CB 16	DD CB d 16	FD CB d 06
RR ×	CB 1F	CB 18	CB 19	CB 1A	CB 1B	CB 1C	CB 1D	CB 1E	DD CB d 1E	FD CB d 1E
SLA ×	CB 27	CB 20	CB 21	CB 22	CB 23	CB 24	CB 25	CB 26	DD C[illegible] d 26	FD DB d 26
SRA ×	CB 2F	CB 28	CB 29	CB 2A	CB 2B	CB 2C	CB 2D	CB 2E	DD CB d 2E	FD CB d 2E
SRL ×	CB 3A	CB 38	CB 39	CB 3A	CB 3B	CB 3C	CB 3D	CB 3E	DD CB d 3E	FD CB d 3E
RLD								ED 6F		
RRD								ED 67		

	A
RLCA	07
RRCA	0F
RLA	17
RRA	1F

ＢＡＳＩＣ等の中間コード

etc. ……

これらをながめているうちに，「コード」と付けられている単語の共通点に気が付いた方もおられると思います。その共通点とは，

「コンピュータのメモリへの収納方法」

を表わしている事です。

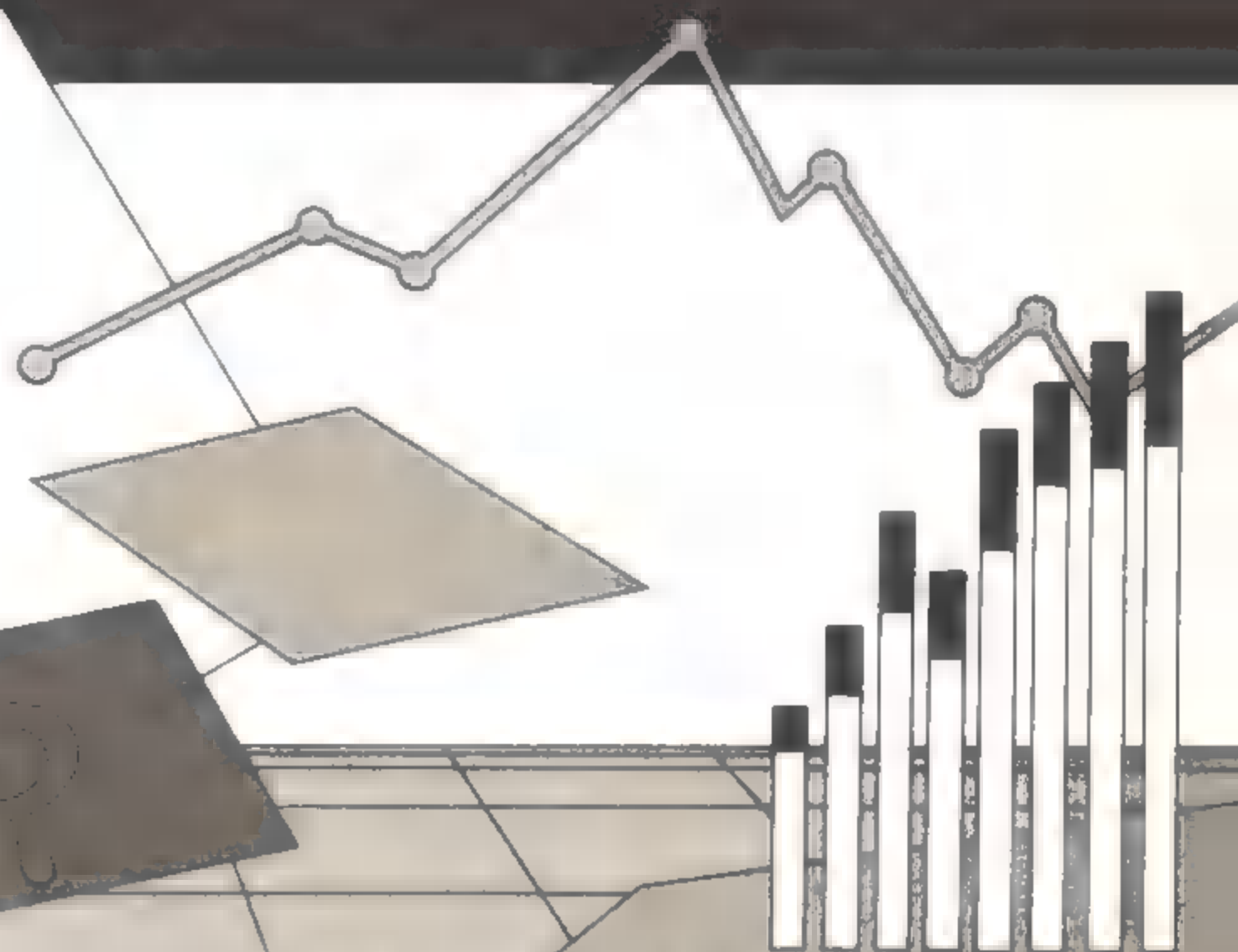
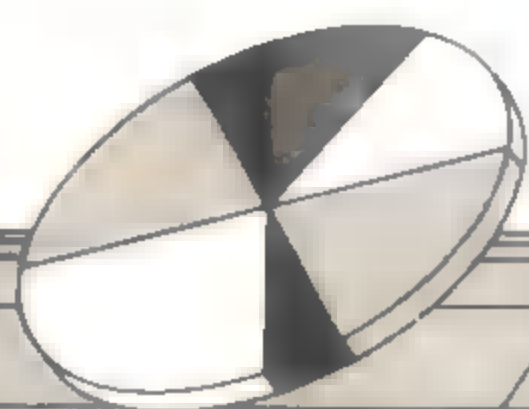
例えば，中間コードは，ＢＡＳＩＣ等の命令のメモリへの収納方法の一つであり，アスキー・コードやキャラクタ・コードはコンピュータで文字を扱う場合に使用されます。

さて，問題のＢＣＤコードですが，これは数値を扱う場合に利用されるもので，人間が通常扱っている１０進数を簡単にメモリ上で扱うために考えられた方法です。

具体的には，第76図を見ていただければわかる様に１バイトを４ビットずつに分けて，２桁の10進数を表わすものです。

たとえば，10進数の12は，16進数では０ＣＨと表現しますが，ＢＣＤコードでは１２Ｈとなります。

この様に，ＢＣＤコードで表現されたデータを16進でダンプする事によって，人間の方は簡単に10進数のイメージとして受け取る事ができます。

１バイトで２桁の10進数しか表現できませんので，省メモリを必要とする場合などには不向きですが，人間の方から考えれば，最も自然に感じる事のできる無理のない表現方法と言えましょう。

《第76図》ＢＣＤコードの表現

10進数表現	16進数表現	ＢＣＤコード表現
0	００	００
1	０１	０１
2	０２	０２
3	０３	０３
4	０４	０４
5	０５	０５
6	０６	０６
7	０７	０７
8	０８	０８
9	０９	０９
１０	０Ａ	１０
１１	０Ｂ	１１
１２	０Ｃ	１２
１３	０Ｄ	１３
１４	０Ｅ	１４
１５	０Ｆ	１５
１６	１０	１６
１７	１１	１７
１８	１２	１８
～	～	～

第19章 EXAMINATION

EXAMINATION

ＰＣ－８００１のＲＯＭ領域である，００００Ｈ～５ＦＦＦＨ番地の中から，Ｎ－ＢＡＳＩＣのプロンプト・メッセージ「Ｏｋ」がキャラクタ・コードで収納されているアドレスを見つけだして「Ｏ」の収納されているアドレスを，４桁の16進数でＣＲＴ画面に表示して下さい。

なお，５ＥＣ０Ｈ番地からのＲＯＭ内サブルーチンをコールする事によって，ＨＬレジスタ対の16進数を４桁でＣＲＴ画面に表示する事ができます。

上記の問題は，第16章の最後で私から読者の皆さんに出題したものです。

考えられた方は，以外に面倒なプログラムなので驚かれたのではないでしょうか。それとも，あまりの安易さに，考える気力さえ起きなかったのかも知れません。

いずれにしても，この辺で少しの間命令の紹介を休ませていただき，私なりの解答を示しておきたいと思います。皆さんもお付き合いください。

ただし，ここで示すいくつかのプログラムはあくまでも参考例として考えてください。皆さんが御自分でつくったプログラムが，模範解答である事を期待しています

私の解答例

まず最初に，私が出題した時点で考えておいた解答例を第77図に示します。

このプログラムは，「Ｏｋ」の文字列をさがし出す事のみを目的として，できる限り少ないステップにしようと思い組んだものです。当然の事ですが，今までに説明した命令のみで成り立ったプログラムです。

プログラム自体は非常に簡単なものですが，一応順を追って説明して行きます。

メモリを指定するためのポインタとしては，ＨＬレジスタ対を使い，５ＦＦＦＨ番地から００００Ｈ番地に向かって調べて行きます。メモリ上を，わざわざ逆に調べて行くのは，プロンプトをさがし出した時点で「ｋ」ではなく「Ｏ」の収納されているアドレスを表示しなければならないので，その時点でポインタをもどすのが無駄だと思ったからです。

また，注意しなければならないのは，１６ビットのディクリメント命令ではフラグに影響を及ぼさない点です。つまり，第77図で最初の

```
　　JR　　NZ，LOOP
```

は，直前の

```
　　DEC　　HL
```

に対する条件ジャンプでは無く，もう１ステップ前の

CP　　'k'

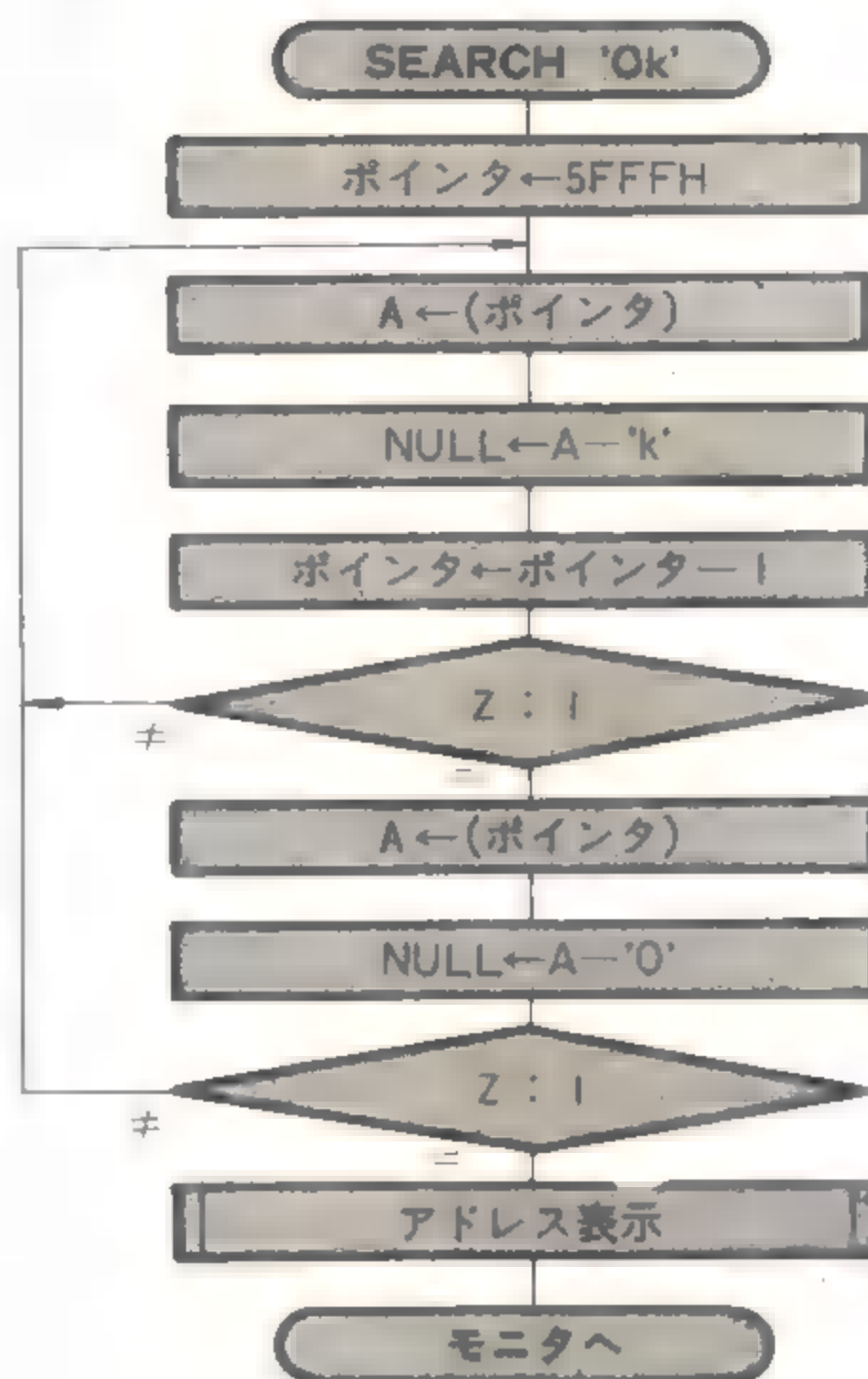
に対する条件判断なのです。中途半端な場所に

DEC　　HL

が入っているため，わかりにくいプログラムになっていますが，ステップ数の軽減には役立っています。

なお，第78図のプログラムでは，プロンプトを見つけた段階で，アドレスを16進4桁で表示した後モニタにジャンプしてしまいます。

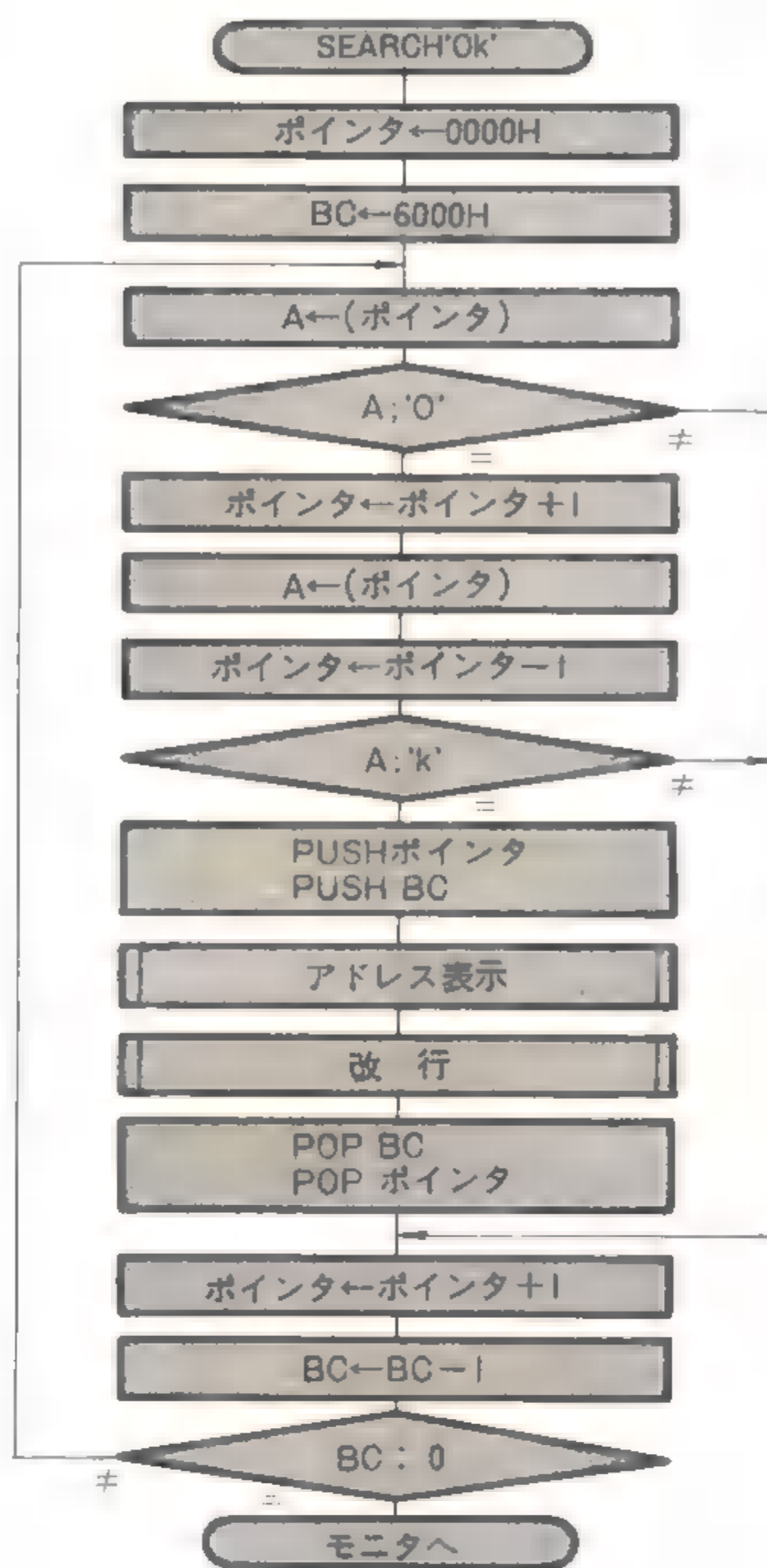
本当なら，24KバイトのROM領域内に「Ok」のキャラクタ・コードが並んでいる場所が1個所のみとは限らず，後で登場する第81図のようなプログラムを組む事が望ましいのですが，本書が入門書である事も考慮し，偶然ROM領域内に1組の「Ok」しか存在しない事が確認済みであったため，このようなプログラムにしました。もちろん，余力のある方は別の方法を考えてみてください。

《第78図》解答例1のフローチャート

《第77図》解答例1

```
                    ;**************
                    ;
                    ;  SEARCH 'Ok'
                    ;
                    ;**************
                    ;
                            ORG     0E000H
                    ;
E000    21FF5F              LD      HL, 5FFFH
                    ;
E003    7E          LOOP:   LD      A, (HL)
E004    FE6B                CP      'k'
E006    2B                  DEC     HL
E007    20FA                JR      NZ, LOOP
E009    7E                  LD      A, (HL)
E00A    FE4F                CP      'O'
E00C    20F5                JR      NZ, LOOP
E00E    CDC05E              CALL    5EC0H
E011    C3665C              JP      5C66H
```

《第79図》解答例2

```
                    ;**************
                    ;
                    ;  SEARCH 'Ok'
                    ;
                    ;**************
                    ;
                            ORG     0E000H
                    ;
E000    210000              LD      HL,0000H
E003    010060              LD      BC, 6000H
                    ;
E006    7E          LOOP:   LD      A, (HL)
E007    FE4F                CP      'O'
E009    2011                JR      NZ, NEXT
E00B    23                  INC     HL
E00C    7E                  LD      A, (HL)
E00D    2B                  DEC     HL
E00E    FE6B                CP      'k'
E010    200A                JR      NZ, NEXT
E012    E5                  PUSH    HL
E013    C5                  PUSH    BC
E014    CDC05E              CALL    5EC0H
E017    CDCA5F              CALL    5FCAH
E01A    C1                  POP     BC
E01B    E1                  POP     HL
                    ;
E01C    23          NEXT:   INC     HL
E01D    0B                  DEC     BC
E01E    7B                  LD      A, B
E01F    B1                  OR      C
E020    20E4                JR      NZ, LOOP
E022    C3665C              JP      5C66H
```

《第80図》解答例２のフローチャート

《第81図》解答例３

```
                         ;**************
                         ;
                         ;    SEARCH    'Ok'
                         ;
                         ;**************
                         ;
                                ORG     0E000H
                         ;
E000  210000                    LD      HL,0000H
                         ;
E003  110060     IFEND:         LD      DE,6000H
E006  CDD35E                    CALL    5ED3H
E009  D2665C                    JP      NC,5C66H
                         ;
E00C  E5                        PUSH    HL
E00D  012AE0                    LD      BC,TABLE
                         ;
E010  0A         LOOP:          LD      A,(BC)
E011  A7                        AND     A
E012  2B07                      JR      Z,NEXT
E014  BE                        CP      (HL)
E015  2004                      JR      NZ,NEXT
E017  03                        INC     BC
E018  23                        INC     HL
E019  1BF5                      JR      LOOP
                         ;
E01B  D1         NEXT:          POP     DE
E01C  23                        INC     HL
E01D  20E4                      JR      NZ,IFEND
E01F  E5                        PUSH    HL
E020  EB                        EX      DE,HL
E021  CDC05E                    CALL    5EC0H
E024  CDCA5F                    CALL    5FCAH
E027  E1                        POP     HL
E028  1BD9                      JR      IFEND
                         ;
E02A  4F6BFC0D   TABLE:         DB      'Ok',0FCH,0DH,0AH,0
E02E  0A00
```

もう一つの解答例

東大阪市の野本正司さんから（月刊マイコン連載中に），たいへんすばらしい解答例と解説をいただきました。まさに，

「我が意を得たり」

というような内容でしたので，ここに発表させていただきます。

なお，誌面の都合などから，文章の一部を変更し，フローチャート等勝手に付けさせていただきました。あらかじめ御了承ください。

野本さんからの手紙

最初にできたのが**第79図**です。「Ｏ」と「ｋ」のキャラクタ・コード４ＦＨ，６ＢＨをさがす簡単なものですが，ハンド・アセンブルした後重大な問題に気がつきました。すなわち**第79図**では，Ｎ－ＢＡＳＩＣのプロンプト以外にも反応するのです。たとえば，データやマシン語などが偶然，４ＦＨ，６ＢＨと並んでいる場合にも反応してしまうのです。

そこで考えたのが**第81図**です。

プロンプトは５２ＥＤＨ番地からの文字列表示サブルーチンによって表示されるはずですから，エンド・マーク００Ｈがあり，更に改行を行うために，０ＤＨ，０ＡＨが含まれているはずです。

普通なら，ここまでで終わりですが，HAL研究所のPCG－8100を使用中，プロンプト「Ok」の直後に1キャラクタの不特定パターンが，表示される事に気がつきました。調べた結果，キャラクタ・コードがFCHのキャラクタである事が判明したのです。

以上の考察からN－BASICのプロンプトは，4FH，6BH，FCH，0DH，0AH，00Hから構成されていると考えられ，単に，「Ok」のキャラクタ・コード2バイトをさがしただけでは不完全な事がわかります。

第81図では，**第79図**のように，4FH，6BHを拾い出して調べるのではなく，調べるデータをあらかじめテーブルに用意しておいて，そのデータが全て一致するところを見つけ出します。ちょうど，N－BASIC等のINSTR関数みたいですね。

LOOPというラベルのついているブロックは，サーチすべきデータのエンド・マーク00Hまですべて合っていればゼロ・フラグ（Z）をたて，途中でひとつでも異なっていればゼロ・フラグ（Z）をたおしてNEXTのラベルにジャンプします。

まず，**第79図**の方です。さすがにマシン語だけあって瞬時にして終わりました。24Kバイトもの領域をまさに一瞬です。

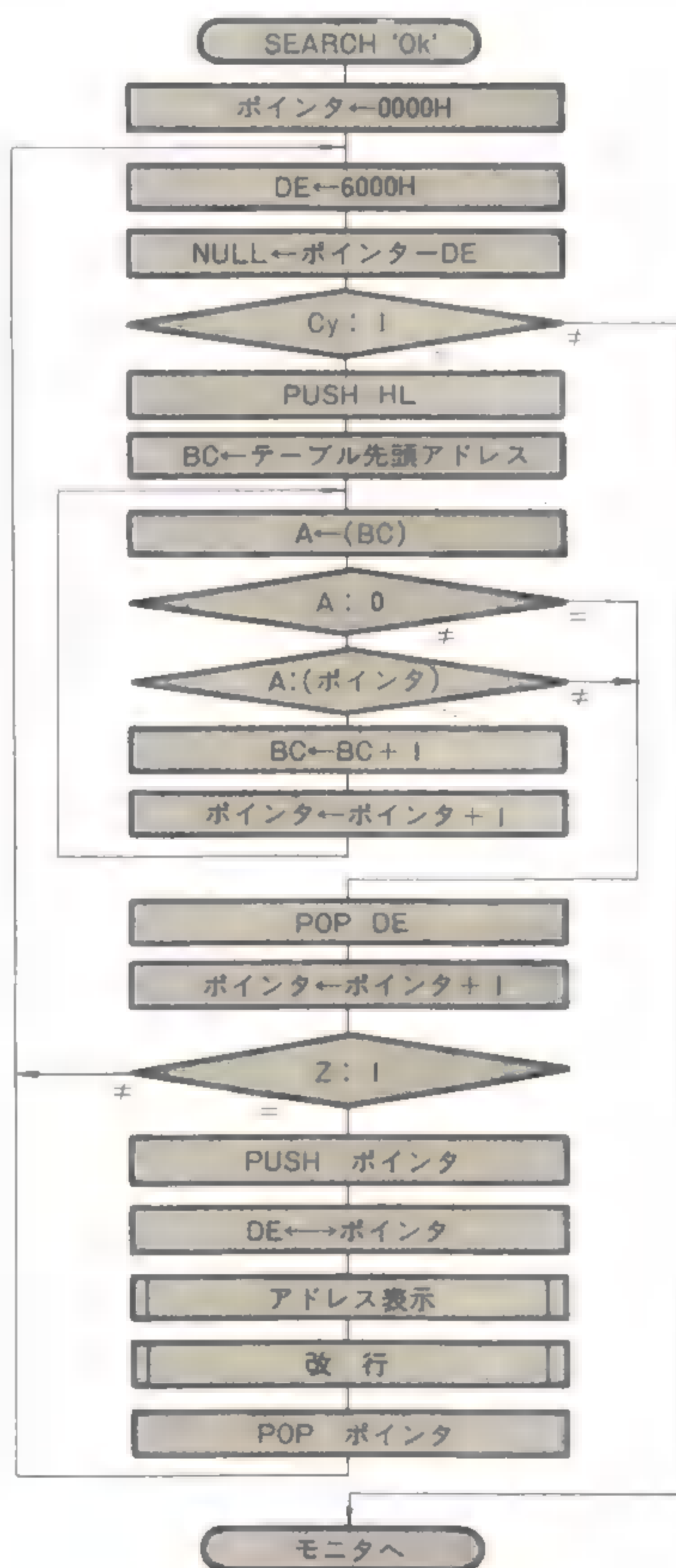
第79図の実行結果表示されたのは以外にも3B60だけでした。念のため3B60H番地からダンプしてみると，4FH，6BH，FCH，0DH，0AH，00H，に間違いありませんでした。

24KバイトものROM領域に「O」と「k」のペアは，たった1組だけだったのです。

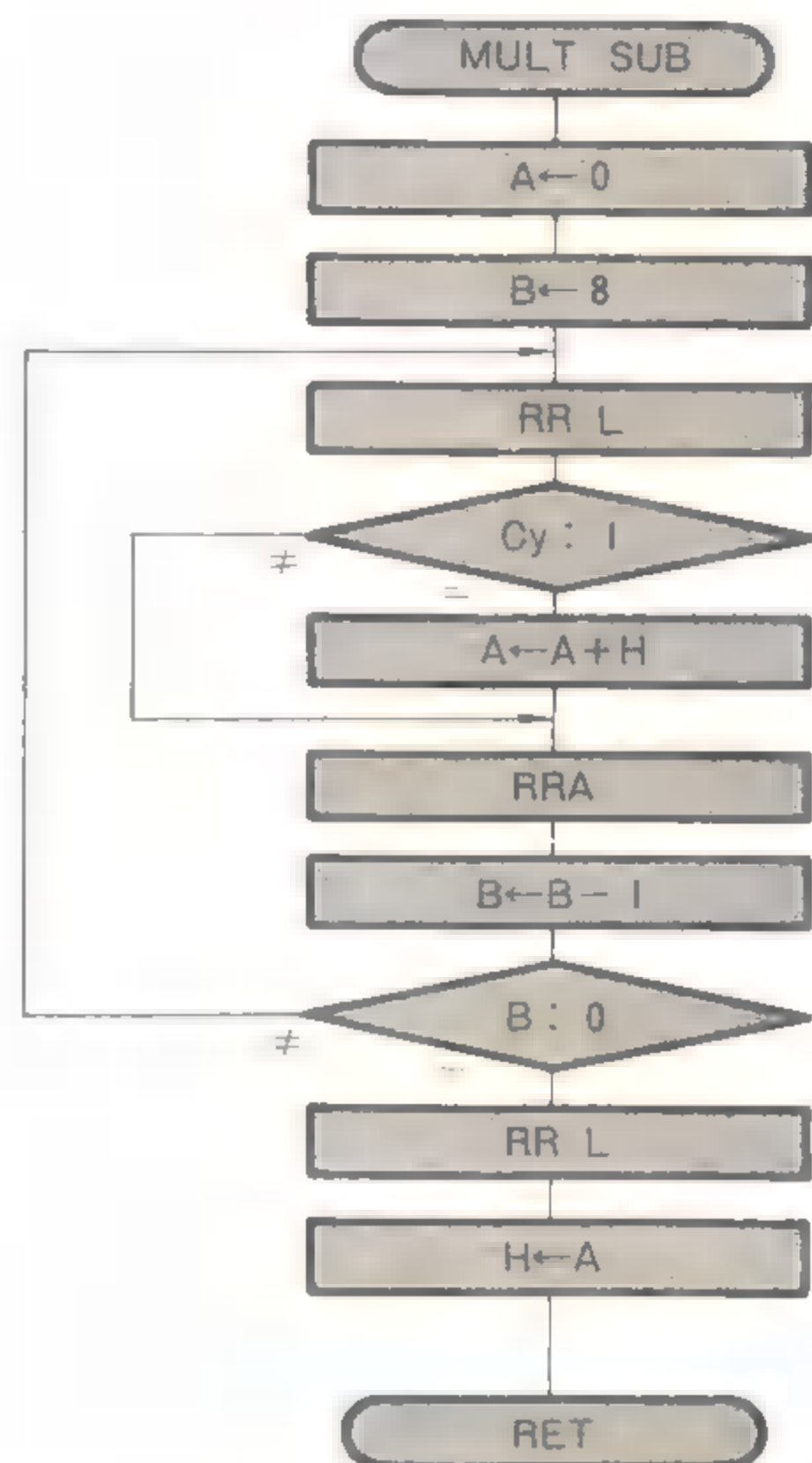
「せっかく**第81図**をつくったのに！」
と残念に思いながらも，**第81図**を入力，実行したところ，当然のことですが3B60を表示し終わりました。

第83図は，ローテート命令を使った乗算サブルーチンです。HレジスタとLレジスタを掛け合わせた積をHLレジスタに求めます。Z80には16ビットの演算命令があるので32ビットの乗算ルーチンも簡単にできると思います。

少なくとも，乗数を被乗数回加えるというアルゴリズムよりは速いと思いますが，いかがなものでしょうか？

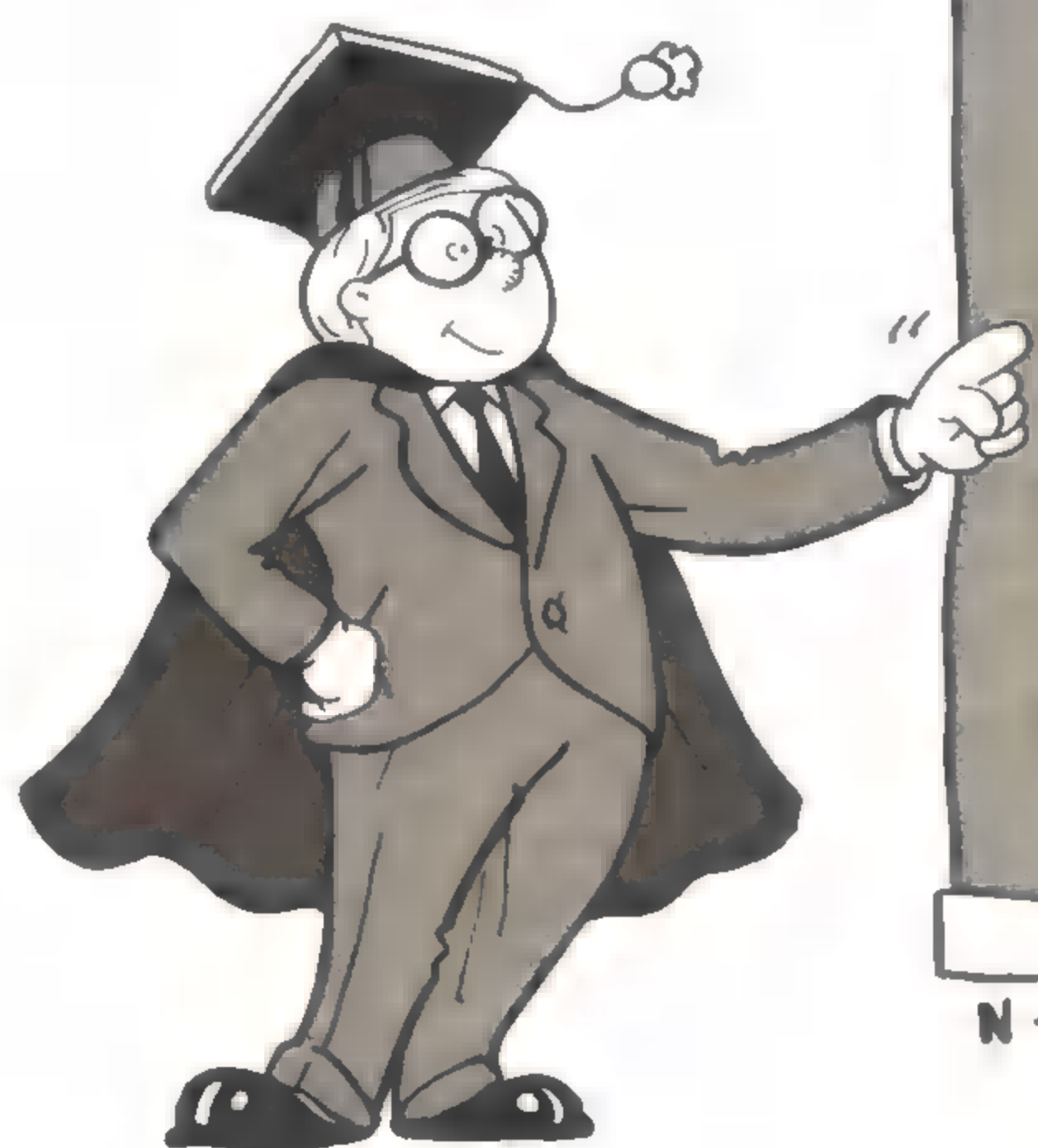
《第82図》解答例3のフローチャート

《第83図》乗算サブルーチン

```
                  ; ************************
                  ;
                  ;  16 BIT MULTIPLY SUBROUTINE
                  ;
                  ; ************************
                  ;
                           ORG    0E000H
                  ;
E000   AF                  XOR    A
E001   0608                LD     B, 8
                  ;
E003   CB1D       LOOP:    RR     L
E005   3001                JR     NC, NEXT
E007   84                  ADD    A, H
                  ;
E008   1F         NEXT:    RRA
E009   10FB                DJNZ   LOOP
E00B   CB1D                RR     L
E00D   67                  LD     H, A
E00E   C9                  RET
```

《第84図》乗算サブルーチンのフローチャート

まとめ

Ｎ－ＢＡＳＩＣの中身も少しずつ公開され，マシン語でのプログラミングも比較的手軽になってきました。

本章のプログラム例でも，いくつかのＲＯＭ内サブルーチンを利用する事によって，プログラム自体が簡潔にまとめられており，Ｎ－ＢＡＳＩＣ等システム言語解析の重要性を感じてしまいます。

マシン語を使いこなせるようになったら，Ｎ－ＢＡＳＩＣなどを解析してみるのもおもしろいかも知れません。

第20章

CPUコントロール命令

本章では残り少なくなった命令のなかから，CPUコントロール命令およびアキュームレータ操作命令を紹介します。

CPUコントロール命令

CPUコントロール命令は，CPUを直接コントロールするために用意された命令群で，CPUの停止や割り込みのコントロールを行うために7種類の命令が用意されています。

ただし，これらの7種の命令の中には一般にはほとんど使用されない命令もありますので，次にあげる2個の命令だけを理解しておいてください。

NOP
HALT

◎NOP

NOP命令は，

NO　OPERATION

の言葉どおり，オペレーションを行わないための命令で，実行してもZ80は何も行わず，実行時間をわずかに消費するのみです。

実際には，プログラムのデバッグを行ってバイト数が少なくなりメモリが余ってしまった場合の穴埋めなどに利用します。

ハンド・アセンブルによってマシン語のプログラムを開発する場合には，デバッグ時にどうしても途中に2～3バイト付け加える必要が生じる事があります。この様な時の事を考えて，プログラムの要所要所，特に各サブルーチンの最後には3バイト程度のNOP命令を入れておきましょう。3バイト空いていれば，サブルーチン・コール命令を使用する事もできますからほとんどの場合に対応することができます。

◎HALT

この命令は，本書のはじめの頃にプログラムの最後に置いて実行を停止するために利用していたものなので覚えておられる皆さんも多いでしょう。

HALT命令を実行したZ80は，HALT状態に入りHALT信号を送出します。この時CPUはNOP命令を実行し続けますが，このようにHALT状態の間NOP命令を実行する目的はPC―8001でもメインメモリとして使用しているD―RAM（ダイナミックラム）に不可欠なメモリのリフレッシュを行うためです。

HALT状態から抜け出すためには，PC―8001の背面にあるリセット・スイッチを押してRESET信号を発生させCPUをイニシャライズするか，割り込み信号によって割り込みを発生するしかありません。

なお，ニーモニックの読み方にもBASICのコマンドの読み方などの様にいろいろあると思いますが，HALT命令は，

HALT（ホールト）

と読みます。私もつい最近までローマ字読みで，

　　ＨＡＬＴ（ハルト）

と読んでいました。皆さん，くれぐれも御注意を！

◎ＤＩ

Disable Interrupt の事で，マスク可能な割り込みを禁止します。

具体的には，インタラプト・イネーブル・フリップフロップ，ＩＦＦ１およびＩＦＦ２がリセットされます。

◎ＥＩ

Enable Interrupt の事で，マスク割り込み要求ＩＮＴによる割り込みを可能にする，ＤＩ命令と正反対の命令です。

具体的には，インタラプト・イネーブル・フリップフロップがセットされますが，当然，割り込みの実行中には他の割り込みは禁止されます。

◎ＩＭ　０

割り込みモードを０に設定します。モード０では８０８０等のＣＰＵと同じく全ての割り込みを受け付けます。

◎ＩＭ　１

割り込みモードを１に設定します。モード１では，プログラム・カウンタ（ＰＣ）をスタックに退避した後００３８Ｈ番地へのジャンプを行います。

◎ＩＭ　２

割り込みモードを２に設定します。モード２では，プログラム・カウンタ（ＰＣ）をスタックに退避したあと，インタラプト・ベクタ・レジスタ（Ｉ）で上位８ビットを指定し，割り込みをかけたデバイスが割り込みアクノリッジのサイクルでデータ・バス上に乗せた８ビットを下位とした，アドレスから２バイトに渡って書かれているデータをコール先アドレスとして，サブルーチン・コールを行います。

以上により，Ｚ８０では割り込み処理ルーチンのスタートアドレス最大128個を集めたテーブルを，メモリ上の任意のページにセットしておくことができます。

Ｎ－ＢＡＳＩＣでは，このモード２のためのテーブルを，ＲＡＭ領域の一番先頭に置いてあるため，１６ＫバイトＲＡＭのＰＣ－８００１では，Ｃ０００Ｈ番地からがテーブルとなります。

《第85図》ニーモック↔機械語対応表

ＣＰＵコントロール

ＮＯＰ	００
ＨＡＬＴ	７６
ＤＩ	Ｆ３
ＥＩ	ＦＢ
ＩＭ　０	ＥＤ ４６
ＩＭ　１	ＥＤ ５６
ＩＭ　２	ＥＤ ５Ｅ

アキュームレータ操作

ＤＡＡ	２７
ＣＰＬ	２Ｆ
ＮＥＧ	ＥＤ ４４
ＣＣＦ	３Ｆ
ＳＣＦ	３７

アキュームレータ操作命令

アキュームレータ操作命令は，Ａレジスタやキャリーフラグ（ＣＹ）の操作を行うための命令群で５種類の命令が用意されています。

◎ＤＡＡ

Ｚ８０や８０８０の加算および減算命令は，当然の事ながら２進数（16進数）の演算を行うために用意されていますから，ＢＣＤコードを直接使うためには注意が必要です。

例えば，ＢＣＤコードの１５Ｈと１４Ｈを加えた場合には，２９Ｈとなり一見問題が無い様に思えるのですが，１５Ｈと１５ＨをＺ８０の加算命令によって普通に加えると１ＡＨが和として求められてしまいます。本当ならば２０Ｈを求めたいのですが，この１ＡＨから２０Ｈへの補正を自動的に行うのが，

　　Decimal Adjust Accumulator

ＤＡＡ命令です。

使い方は非常に簡単で，加算または減算命令によってＢＣＤコードの演算を行った直後に必ずＤＡＡ命令を実行すれば良いのです。

◎CPL

CPL命令は，Aレジスタのもつ8個のビットの内容を全て反転するもので，つまりAレジスタのNOT（$\bar{A}$）を求める事ができる命令です。

たとえば，Aレジスタに

　　1011　1101

が収納されている時に，この命令を実行すると，

　　0100　0010

に変化します。

◎NEG

Aレジスタの内容が，符号付きの8ビットとして，−128〜127の数値を表現している時に，その符号を反転するために用いる命令です。

具体的には，Aレジスタの各ビットを反転して1を加えますが，式に直すと

　　$A \leftarrow \bar{A}+1$

となります。

◎CCF

この命令は，キャリーフラグ（CY）を反転するための命令です。

一般にキャリーフラグ（CY）を0にリセットするには，何らかの論理演算命令を実行すれば良く，レジスタの内容等に影響を与えない

　　AND　　A

などを行うのが一般的ですが，正式には次に説明する

　　SCF

によって，キャリーフラグを1にセットしておき，

　　CCF

で反転する事によって，0にリセットします。

BCDコード加減プログラム

DAA命令の使用例として，4バイトのBCDコードの間で加算および減算を行うプログラム例（第86図）を示します。4バイトのBCDコードでは，8桁の10進数を扱う事ができますから，正数であれば電卓並みの桁数で加減算ができるわけです。

プログラム自体は非常に簡単な構成なのでニーモニックを追って行くだけですぐに理解できる事と思いますから，プログラムの走らせ方だけを説明しておきましょう。

プログラムは，D000H番地から走らせる事によって最初に加算を，次に減算を行います。

和はE008H番地から4バイトに渡って，差はE00CH番地から4バイトに渡って，それぞれ収納され，E000H〜E003H番地にわたるBCDコードが被加算でも被減算でもあり，E004H〜E007H番地にわたるBCDコードが加数としても減数としても扱われます。

E000H〜E007H番地に与える入力パラメータは，N−BASICのPOKEやマシン語モニタのSコマンドによってメモリ上にセットし，演算結果はマシン語モニタのDコマンドによって調べるのが一般的でしょう。

前章までのプログラム例と異なり結果をBCDコードで得る事ができますので，人間の立場でも非常にわかり易いと思います。

プログラム中で注意が必要なのは，SUB命令のオペランドが一つしかいらない点で，ハンド・アセンブルの場合には良いのですが，アセンブラに頼る場合は不必要なオペランドを書くとエラーになります。

《第86図》BCDコード・テストプログラム（DAA命令の使用例）

```
                 ;************************
                 ;
                 ;  BCD CODE TESTING PROGRAM
                 ;
                 ;************************
                 ;
                 ;   INPUTS  :  (E003H)(E002H)(E001H)(E000H) <-BCD CODE 1
                 ;           :  (E007H)(E006H)(E005H)(E004H) <-BCD CODE 2
                 ;
                 ;   OUTPUTS :  (E00BH)(E00AH)(E009H)(E008H) <- SUM
                 ;           :  (E00FH)(E00EH)(E00DH)(E00CH) <- DIFFERENCE
                 ;
                 ;   ORG 0D000H
                 ;
                 ;************************
                 ;
                 ;          ADDITION
                 ;
                 ;************************
                 ;
D000  DD2100E0       LD   IX,0E000H
                 ;
D004  DD7E00         LD   A,(IX)
D007  DD8604         ADD  A,(IX+4)
D00A  27             DAA
D00B  DD7708         LD   (IX+8),A
                 ;
D00E  DD7E01         LD   A,(IX+1)
D011  DD8E05         ADC  A,(IX+5)
D014  27             DAA
D015  DD7709         LD   (IX+9),A
                 ;
D018  DD7E02         LD   A,(IX+2)
D01B  DD8E06         ADC  A,(IX+6)
D01E  27             DAA
D01F  DD770A         LD   (IX+10),A
                 ;
D022  DD7E03         LD   A,(IX+3)
D025  DD8E07         ADC  A,(IX+7)
D028  27             DAA
D029  DD770B         LD   (IX+11),A
                 ;
                 ;************************
                 ;
                 ;        SUBTRACTION
                 ;
                 ;************************
                 ;
D02C  DD7E00         LD   A,(IX)
D02F  DD9604         SUB  (IX+4)
D032  27             DAA
D033  DD770C         LD   (IX+12),A
                 ;
D036  DD7E01         LD   A,(IX+1)
D039  DD9E05         SBC  A,(IX+5)
D03C  27             DAA
D03D  DD770D         LD   (IX+13),A
                 ;
D040  DD7E02         LD   A,(IX+2)
D043  DD9E06         SBC  A,(IX+6)
D046  27             DAA
D047  DD770E         LD   (IX+14),A
                 ;
D04A  DD7E03         LD   A,(IX+3)
D04D  DD9E07         SBC  A,(IX+7)
D050  27             DAA
D051  DD770F         LD   (IX+15),A
                 ;
D054  C3665C         JP   5C66H
```

第21章 入出力命令

本章では，N－BASICの

　　INP

　　OUT

に値するZ80の入出力命令を紹介します。

これらの命令は，普段はあまり使われる事のない命令ですが，使用される場合には非常に重要でかつ注意を要する事が多いものです。

基本的には，CPU（Z80）に接続されている各種の周辺機器，たとえばキーボード，スピーカ，CRT，プリンタ，ディスク・ユニット等をコントロールするために使用される命令です。

入力命令

◎一般的な入力命令

マシン・コードの2バイト目で，入力を行うポートを指定する命令で，入力したデータはAレジスタに入ります。

たとえば，入力ポート21H番地からの入力データAレジスタに入力したい場合には，

　　IN　　A，（21H）

を行う事になり，マシン・コードは，

　　DB・21

の2バイトになります。

◎Cレジスタによる入力ポート指定

一般的な入力命令では，マシン・コードの2バイト目で入力ポートのアドレスを指定しましたが，この方法では演算結果や条件によってポートのアドレスを変更したい場合に不便です。

そこで，Z80ではCレジスタの値を入力ポートのアドレスとして，ポートからの入力を行う命令が拡張されました。

ニーモニックは，Aレジスタに入力する，

　　IN　　A，（C）

をはじめとして，

　　IN　　B，（C）

　　IN　　C，（C）

　　IN　　D，（C）

　　IN　　E，（C）

　　IN　　H，（C）

　　IN　　L，（C）

の計7種が用意されています。

これらの命令の必要性を確認するために，プログラム例を示しますが，このプログラム例はPC－8001上で走らせても意味は有りませんので御注意ください。

EXAMPLE－1からEXAMPLE－3までの3本は，全て同じ機能を持たせたプログラムです。

具体的には，入力ポート10H番地からのデータ入力を行い，入力したデータで指定する入力ポ

《EXAMPLE—1》

```
                 ; ***************
                 ;
                 ;      SAMPLE  1
                 ;
                 ; ***************
                 ;
                        ORG   0C100H
                 ;
C100  DB10              IN    A, (10H)
C102  3206C1            LD    (INPORT+1), A
                 ;
C105  DB00       INPORT:IN    A, (00H)
                 ;
C107  C9                RET
```

ートから再度入力を行うサブルーチンとなっています。

8080では，EXAMPLE—1の様にサブルーチン自身を書き換えるのが一般的ですが，このような手法はプログラムの見易さや，バグの発生率から考えてあまり勧められる方法ではありません。また，プログラムをROMに焼いて使用する場合などは，RAM上にジャンプ・テーブル等を置く必要があり，さらに複雑になってしまいます。かと言って，自分自身を書き換える事をさけて普通に組めば，EXAMPLE—2のような長大なプログラムになり，とても実用にはなりません。

そこで，EXAMPLE—3ですが，Cレジスタによる入力アドレス指定を利用しているため，非常に簡潔なものとなっています。

◎INI

INIは，

Input and Increment

の意味で，Cレジスタの内容で指定する入力ポートからの入力データを，HLレジスタ対で指定するアドレスに格納し，さらにHLレジスタ対をインクリメント，Bレジスタをディクリメントします。命令の実行結果Bレジスタが0になれば，ゼロ・フラグ（Z）を1にセットします。

この，

INI

と同様の機能を，今までに紹介した命令のみで表わすと，次のようになります。

```
PUSH  AF
IN    A, (C)
LD    (HL), A
POP   AF
```

《EXAMPLE—2》

```
                 ; ***************
                 ;
                 ;      SAMPLE  2
                 ;
                 ; ***************
                 ;
                        ORG  0C100H
                 ;
C100  DB10              IN   A,(10H)
                 ;
C102  3C                INC  A
                 ;
C103  3D                DEC  A
C104  2003              JR   NZ,NEXT1
C106  DB00              IN   A,(0)
C108  C9                RET
                 ;
C109  3D         NEXT1 :DEC  A
C10A  2003              JR   NZ,NEXT2
C10C  DB01              IN   A, (1)
C10E  C9                RET
                 ;
C10F  3D         NEXT2 :DEC  A
C110  2003              JR   NZ,NEXT3
C112  DB02              IN   A, (2)
C114  D9                RET
                 ;
C115  3D         NEXT3 :DEC  A
C116  2003              JR   NZ,NEXT4
C11B  DB03              IN   A, (3)
C11A  C9                RET
                 ;
C11B  3D         NEXT4 :DEC  A
C11C  2003              JR   NZ,NEXT5
C11E  DB04              IN   A, (4)
C120  C9                RET
                 ;
C121  3D         NEXT5 :DEC  A
C122  2003              JR   NZ,NEXT6
C124  DB05              IN   A, (5)
C126  C9                RET
                 ;
C127  3D         NEXT6 :DEC  A
C128  2003              JR   NZ,NEXT7
C12A  DB06              IN   A, (6)
C12C  C9                RET
                 ;
C12D  3D         NEXT7 :DEC  A
C12E  2003              JR   NZ,NEXT8
C130  DB07              IN   A, (7)
C132  C9                RET
                 ;
C133             NEXT8 :
                            ・
                            ・（以下，同様に
                            ・ 続く）
                            ・
```

《EXAMPLE—3》

```
                 ; ***************
                 ;
                 ;      SAMPLE  3
                 ;
                 ; ***************
                 ;
                        ORG  0C100H
                 ;
C100  DB10              IN   A, (10H)
C102  4F                LD   C,A
                 ;
C103  ED78              IN   A, (C)
                 ;
C105  C9                RET
```

```
INC   HL
DEC   B
```

◎INIR

ＩＮＩＲは,

Input, Increment and Repeat

の意味で，Ｂレジスタの内容が０になるまで

ＩＮＩ

をくり返す命令です。すなわち，Ｃレジスタで指定する入力ポートから，２５６バイト以内の入力データ・ブロックを，１命令でメモリ上に転送する事ができます。

この,

ＩＮＩＲ

と同等の機能を他の命令で置き換えると,

```
      PUSH  AF
LBL: IN    A, (C)
      LD    (HL), A
      INC   HL
      DJNZ  LBL
      POP   AF
```

または,

```
LBL: INI
      JR    NZ, LBL
```

などとなります。

◎IND

ＩＮＤは,

Input and Decrement

の意味で，ほぼ

ＩＮＩ

と同じですが，ＨＬレジスタ対をインクリメントせずにディクリメントします。すなわち，Ｃレジスタの内容で指定する入力ポートからの入力データを，ＨＬレジスタ対で指定するアドレスに格納し，さらにＨＬレジスタ対とＢレジスタをディクリメントする事になります。命令の実行結果Ｂレジスタの内容が０になれば，ゼロ・フラグ（Ｚ）が１にセットされます。

この,

ＩＮＤ

と同様の機能を今までに紹介した命令のみで表わすと,

```
PUSH  AF
IN    A, (C)
LD    (HL), A
POP   AF
DEC   HL
DEC   B
```

または,

```
INI
DEC   HL
DEC   HL
```

などとなります。

◎INDR

ＩＮＤＲは,

Input, Decrement and Repeat

の意味で，Ｂレジスタの内容が０になるまで,

ＩＮＤ

をくり返す命令です。すなわち，Ｃレジスタで指定する入力ポートから，２５６バイト以内の入力データ・ブロックを，１命令でメモリ上に転送する事ができます。

この,

ＩＮＤＲ

と同等の機能を他の命令で置き換えると,

```
      PUSH  AF
LBL: IN    A, (C)
      LD    (HL), A
      DEC   HL
      DJNZ  LBL
      POP   AF
```

または,

```
LBL: IND
      JR    NZ, LBL
```

などとなります。

出力命令

◎一般的な出力命令

マシン・コードの２バイト目で，出力を行うポートを指定する命令で，Ａレジスタのデータが出力ポートに出力されます。

たとえば，ＰＣ―８００１では出力ポート５１Ｈ番地に２１Ｈを出力する事によって，ＣＲＴスクリーンを反転（リバース）できる事が良く知られていますが，これをニーモニックにすると，

```
LD     A, 21H
OUT    (51H), A
```

となります。

ちなみに，反転したＣＲＴスクリーンをノーマルな状態にもどすためには，普通，出力ポート５１Ｈ番地にデータ２０Ｈを出力しますが，これには，

```
LD     A, 20H
OUT    (51H), A
```

を行います。

◎Ｃレジスタによる出力ポート指定

一般的な出力命令では，マシン・コードの２バイト目で出力ポートのアドレスを指定し，Ａレジスタのデータを出力しましたが，この方法では，演算結果や条件によってポートのアドレスを変更したい場合に不便です。

そこで，Ｚ８０では入力命令同様にＣレジスタの値を出力ポートのアドレスとして，ポートへの出力を行う命令が拡張されました。

ニーモニックは，Ａレジスタのデータを出力する，

```
OUT    (C), A
```

をはじめとして，

```
OUT    (C), B
OUT    (C), C
OUT    (C), D
OUT    (C), E
OUT    (C), H
OUT    (C), L
```

の計７種が用意されています。

◎ＯＵＴＩ

ＯＵＴＩは，

Output and Increment

の意味で，ＨＬレジスタで指定するアドレス上のデータをＣレジスタで指定する出力ポートに出力し，さらにＨＬレジスタ対をインクリメント，Ｂレジスタをディクリメントします。命令の実行結果Ｂレジスタが０になれば，ゼロ・フラグ（Ｚ）が１にセットされます。

この，

ＯＵＴＩ

と同様の機能を今までに紹介した命令のみで表わすと，次のようになります。

```
PUSH   AF
LD     A, (HL)
OUT    (C), A
POP    AF
INC    HL
DEC    B
```

◎ＯＴＩＲ

ＯＴＩＲは，

Output, Increment and Repeat

の意味で，Ｂレジスタの内容が０になるまで，

ＯＵＴＩ

をくり返す命令です。すなわち，メモリ上に置かれている２５６バイト以内のデータ・ブロックを，Ｃレジスタで指定する出力ポートに１命令で出力する事ができます。

この，

ＯＴＩＲ

と同等の機能を他の命令に置き換えると，

```
     PUSH   AF
LBL: LD     A, (HL)
     OUT    (C), A
     INC    HL
     DJNZ   LBL
     POP    AF
```

または，

```
LBL: OUTI
     JR     NZ, LBL
```

などとなります。

◎OUTD

OUTDは，

Output and Decrement

の意味で，ほぼ

OUTI

と同じですが，HLレジスタ対をインクリメントせずにディクリメントします。すなわち，HLレジスタ対で指定するアドレス上のデータをCレジスタで指定する出力ポートに出力し，さらにHLレジスタ対とBレジスタをディクリメントする事になります。命令の実行結果Bレジスタの内容が0になれば，ゼロ・フラグ（Z）が1にセットされます。

この，

OUTD

と同様の機能を，今までに紹介した命令のみで表わすと，

```
PUSH  AF
LD    A, (HL)
OUT   (C), A
POP   AF
DEC   HL
DEC   B
```

または，

```
OUTI
DEC   HL
DEC   HL
```

などとなります。

◎OTDR

OTDRは，

Output, Decrement and Repeat

の意味で，Bレジスタの内容が0になるまで，

OUTD

をくり返す命令です。すなわち，メモリ上に置かれている256バイト以内のデータ・ブロックを，Cレジスタで指定する出力ポートに1命令で出力する事ができます。

この，

OTDR

と同等の機能を他の命令で置き換えると，

```
      PUSH  AF
LBL : LD    A, (HL)
      OUT   (C), A
      DEC   HL
      DJNZ  LBL
      POP   AF
```

または，

```
LBL : OUTD
      JR    NZ, LBL
```

などとなります。

キーボード・スキャニングの実際

一般に高速性を要するゲーム等で，リアルタイムなキー入力を行う場合には，1文字入力等のシステム・サブルーチンでは役不足です。

そこで，本章で紹介したポート入力の命令など

《第87図》ニーモニック←→マシン語対照表

入力

命令	コード
IN A, n	DB n
IN A, (C)	ED 78
IN B, (C)	ED 40
IN C, (C)	ED 48
IN D, (C)	ED 50
IN E, (C)	ED 58
IN H, (C)	ED 60
IN L, (C)	ED 68
INI	ED A2
INIR	ED B2
IND	ED A4
INDR	ED BA

出力

命令	コード
OUT n, A	D3 n
OUT (C), A	ED 79
OUT (C), B	ED 41
OUT (C), C	ED 49
OUT (C), D	ED 51
OUT (C), E	ED 59
OUT (C), H	ED 61
OUT (C), L	ED 69
OUTI	ED A3
OTIR	ED B3
OUTD	ED AB
OTDR	ED BB

を利用して。キーボードの接続されているキー・ポートから直接データを入力して，特定のキーが押されているか否かを調べるのが普通です。

第88図に，PC—8001のキー入力ポートを示します。キーボードのそれぞれのキーは，このようなマトリクスで構成されており，おのおのの列がデータ・バスに直接接続されていますので，入力ポートからの入力によって，簡単に押されたキーを判別する事ができます。

実際には，入力命令によってインプットアドレスの値を入力し，キーが押されていれば，その列のデータ・バスに対応したビットが0として入力されます。

実例をいくつかあげますと，たとえば，Kのキーが押されている場合に，

IN　A，(03H)

を行えば，Aレジスタに2進数の，

1111　0111

が入力され，OとKが同時に押されている場合に，

IN　A，(03H)

を行えば，

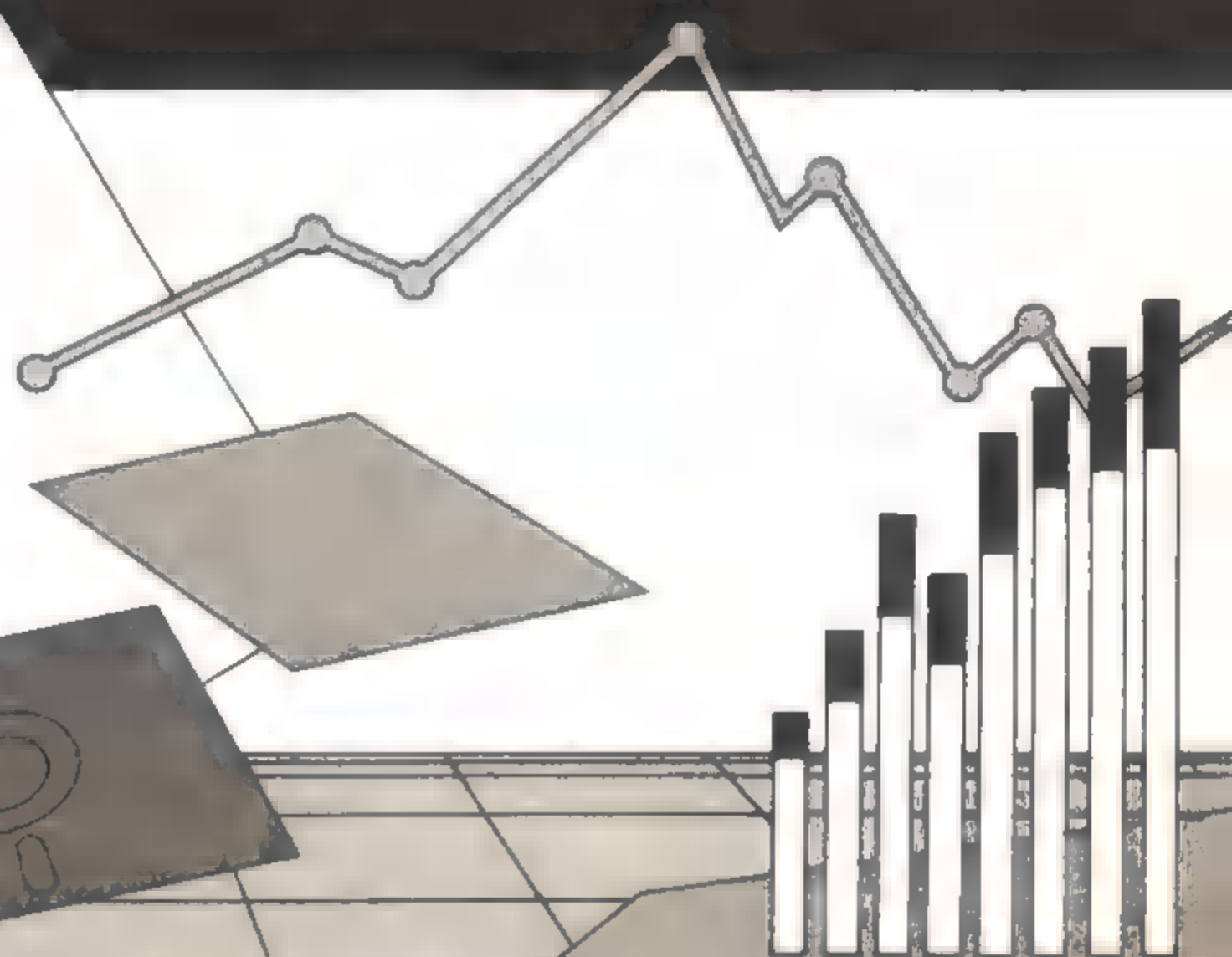
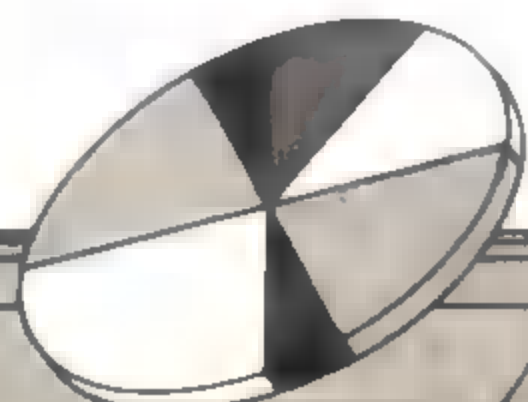
0111　0111

が入力される事になります。

第87図として入出力命令のニーモニック→マシン語対照表を示しておきます。

《第88図》PC—8001のキーボード・マトリクス

D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
00
01
02
03
04
05
06
07
08
09
円
秒
年
月
日
時
分
GRAPH

第22章 マシン語Q＆A

Ｚ８０インストラクションの解説も，ブロック転送命令／ブロック・サーチ命令／ビット操作命令を残すだけになりました。そこで本章では，今までのまとめの意味も含めて，月刊マイコン編集部に寄せられたマシン語の質問にお答えしていきたいと思います。

Question 1

最近，ＢＡＳＩＣにもソースプログラムとオブジェクトコードが有ると聞きました。『ソース』とか『オブジェクト』とか言うのはアセンブラ(マシン語)にのみ適用すると思っていたのですが，高級言語にもその様な考え方があるのでしょうか？

また，アセンブラで言う『ソースプログラム』とは単に逆アセンブラをしただけで得られるものなのでしょうか？　ＳＥ(システム・エンジニア)をやっている私の友人は『ソースリスト』の重要性をうったえてくれるのですが私には良くわかりません。

初心者にもわかるように解説をお願いします。

（東京都　納谷佳子さん）

Answer 1

最近，マイコンショップなどで，『ソースリスト』や『ソースプログラム』という言葉が流行しているらしく，私のところにも，

『ソースとは何の事ですか？』

というたぐいの質問が，多数寄せられています。

御質問の中でも述べられているように，『ソースプログラム』はアセンブラだけの考え方ではありません。

皆さん良く御存知のように，コンピュータで動く言語には，Ｎ－ＢＡＳＩＣの様なインタプリタの他に，プログラム全体を一度マシン語（オブジェクトコード）に変換してから実行するコンパイラ型の言語が多数あります。

この，オブジェクトコードに変換する前のプログラムを『ソースプログラム』と言うのですから，コンパイラ型の言語であれば，ＢＡＳＩＣであれ，ＦＯＲＴＲＡＮであれ，ＰＡＳＣＡＬであれ全て『ソースプログラム』と『オブジェクトコード』の二つが存在します。以上の定義によるとコンパイラ型で無いアセンブラ『ソースプログラム』などが，存在するのはおかしいと思われるかもしれませんが正確にはアセンブラもコンパイラの一種なのです。

しかし，アセンブラが他のコンパイラと異なる点は『ソースプログラム(ニーモニック)』と『オ

ブジェクトコード(マシン語)』が１対１に対応している事で，そこがアセンブラの最大の利点であり欠点でもあるのです。

それでは，アセンブラにおける『ソースプログラム』の考え方について少し深く考えてみましょう。

『ソース』のスペリングは，『ＳＯＵＲＣＥ』で，その意味を英和辞典などで調べてみると，普通，

> ①源，源泉，水源。
> ②もと，起り，原因，根元。
> ③(情報などの)出所，よりどころ，典拠。

と掲載されています。

つまり，この『ソースリスト』や『ソースプログラム』を直訳すると，『もとのリスト』とか『根元のプログラム』などと訳せるわけです。

普通，Ｚ８０などを用いるマシン語のプログラムを組む場合には，本書でも実践して来たように，一度ニーモニックでコーディングしてからアセンブルの作業によってマシンコードを割り当てて行きます。

ところが，マイコン関係の雑誌上に掲載されたり，テープやディスケットによって供給されるソフトウエアは，ニーモックの部分を省いて１６進数のら列と化したものが大部分です。この，アドレスと１６進数のら列であるマシンコードのみから成るリストを『ダンプリスト』と言います。

単にプログラムを実行するだけであれば，『ダンプリスト』のみで問題ないのですが，プログラムを読んだり（解析したり），改良したりしようと思った場合には，『ダンプリスト』を追って行くわけにはいきません。ある程度慣れて来れば，マシン語とニーモニックの関係が覚えられるのですが，それでも長大なプログラムを『ダンプリスト』のみで追って行く事は不可能です。

そこで，このようなマシン語のプログラムを，マシン語とニーモニックの対照表を引くなり，逆アセンブラ（ディスアセンブラ）を利用するなりして，ニーモニック付きのリストに変換しますが，このようにして逆アセンブルされたものを，『逆アセンブルリスト』（俗称逆アセリスト）などと呼びます。

『逆アセンブルリスト』になれば，プログラムの流れを追う事が比較的簡単になります。しかし，普通に逆アセンブルしたリストには多くの問題が残されています。次に，それらの主な問題点をあげます。

《第89図》ダンプリスト

ＰＣ－８００１内蔵マシン語モニタのＤコマンド等によって得られます。
この『ダンプリスト』のみで長いプログラムの流れを追うのは困難です。

```
C000  06 50 0E 19 CD 3A 09 21 00 F3 06 19 E5 11 25 C0
C010  1A FE 00 28 06 77 13 23 C3 10 C0 E1 11 78 00 19
C020  10 EA C3 66 5C 2A 2A 2A 20 B9 DE AF B6 DD 20 CF
C030  B2 BA DD 20 2D 2D 2D 20 50 43 2D 38 30 30 31 20
C040  4D 41 43 48 49 4E 45 20 43 4F 44 45 20 2D 2D 2D
C050  20 CF BC DD BA DE 20 BA B3 BB DE 20 B7 BF CD DD
C060  20 2D 2D 2D 20 51 20 61 6E 64 20 41 20 BA B0 C5
C070  B0 20 2A 2A 2A 00
```

《第90図》アスキーダンプ付きダンプリスト

『ダンプリスト』の右側にキャラクタによるダンプを加えたものです。メモリ上のメッセージなどをさがし出してデータエリアを分離するのに役立ちます。

```
C000  06 50 0E 19 CD 3A 09 21 00 F3 06 19 E5 11 25 C0   . P. . . :. !. . . . %.
C010  1A FE 00 28 06 77 13 23 C3 10 C0 E1 11 78 00 19   . . . (. W. #. . . X. .
C010  10 EA C3 66 5C 2A 2A 2A 20 B9 DE AF B6 DD 20 CF   . . . f ¥ * * * ゲッカン マ
C030  B2 BA DD 20 2D 2D 2D 20 50 43 2D 38 30 30 31 20   イコン ーーー ＰＣ－８００１
C040  4D 41 43 48 49 4E 45 20 43 4F 44 45 20 2D 2D 2D   MACHINE CODE ーーー
C050  20 CF BC DD BA DE 20 BA B3 BB DE 20 B7 BF CD DD    マシンゴ コウザ キソヘン
C060  20 2D 2D 2D 20 51 20 61 6E 64 20 41 20 BA B0 C5    ーーー Q and A コーナ
C070  B0 20 2A 2A 2A 00                                 ー * * *.
```

Ⓘラベルが付いていない。
Ⓘデータエリアの分離が不十分。
Ⓘコメントが付いていない。

Ⓘのラベルが付いていない事は，プログラムの動きを知る上での障害となり，プログラムを読む（解析する）場合には適切なラベルを付ける事で能率が飛躍的に向上します。たとえば，『●』をCRTスクリーンに表示するプログラムで，

```
LD      A,'●'
CALL    0257H
```

と書いてあるのと，

```
LD      A,'●'
CALL    DSPCHR
```

と，0257H番地のディスプレイ・キャラクタ・サブルーチンに，『DSPCHR』のラベルを定義して参照するのとでは，ニュアンスが全く異なります。

もう一つ例をあげますと，

```
LD      HL,1838H
CALL    52EDH
```

に適当なラベルを付けると，

```
LD      HL,TITLE
CALL    DSPMSG
```

などとなります。この例で，『TITLE』とラベルを付けた1838H番地から後にはN－BASICをコールド・スタートした時のタイトルメッセージ

```
NEC PC-8001 BASIC Ver 1.1
Copyright 1979 (C) by Microsoft
```

が格納されており，『DSPMSG』とラベルを付けた52EDH番地は文字列（メッセージ）を出力するためのサブルーチンとなっています。

Ⓘのデータを正確に分離する事の必要性につきましては，二つのリスト（第91図と第92図）後半のデータ部分を比較していただければ一目でわかるでしょう。この2本のプログラムは，CRTスクリーンを80文字×25桁モードに設定して，全体を，

```
*** ゲッカン マイコン --- PC-8001
MACHINE CODE --- マシンゴコウザ キソヘン
--- Q and A コーナー ***
```

の文字で埋める全く同じプログラムですが，前者は普通に逆アセンブルしたものです。一応データエリアの分離は行っていますが，16進のキャラクタコードとなっているために，表示する文字列のイメージが頭に浮かんで来ません。

なお，ここで使っている

DB

と言う命令はアセンブラでのみ利用できるもので，オペランドで指定する16進数またはアポストロフィー『'』で囲んだ文字列のキャラクタコードをオブジェクトのメモリ上にそのまま落とすものです。

アセンブラを使用してマシン語のプログラムを組んで行く場合には，必要に応じてコメント（注釈）を入れておきます。このコメントはBASICのREM（リマーク）と同じように，プログラムの実行時（アセンブル時）には全く無視されるもので，普通のアセンブラではセミコロン『;』の後，行末までがコメントとみなされます。

コメントを入れるか否か，入れるとすればどの程度入れるのかは，プログラマの主観によるのですが，一般的には，ルーチンの切れ目などの特に重要な部分や特殊技法などを使ってプログラムがわかりずらくなった部分には適切なコメントが必要です。

Question 2

プログラムを組む前にフローチャートを書くように心がけている者です。

ゼネラルフローを書く場合には，FORTRANやPASCAL，BASICなどと変わらないので良いのですが，アセンブラのインストラクション・レベルでフローチャートを書く場合にはどの様な記号を用いるのでしょうか？

ロード命令などは，通常の代入と同じ矢印『←』を使えば良いと思うのですが，PUSH／POP

等アセンブラ特有のインストラクションをどの様に表現したら良いのかが分かりません。

（神奈川県　村上秀樹さん）

《第91図》逆アセンブルリスト

逆アセンブラによって逆アセンブラを行いました。命令自体はわかり易いですが，ラベルが無く，データエリア等もイメージがわきません。

```
                    ORG     0C000H
C000  0650          LD      B, 50H
C002  0E19          LD      C, 19H
C004  CD3A09        CALL    093AH
C007  2100F3        LD      HL, 0F300H
C00A  0619          LD      B, 19H
C00C  E5            RUSH    HL
C00D  1125C0        LD      DE, 0C025H
C010  1A            LD      A, (DE)
C011  FE00          CP      0
C013  2806          JR      Z, 0C01BH
C015  77            LD      (HL), A
C016  13            INC     DE
C017  23            INC     HL
C018  C310C0        JP      0C010H
              ;
C01B  E1            POP     HL
C01C  117800        LD      DE, 78H
C01F  19            ADD     HL, DE
C020  10EA          DJNZ    0C00CH
C022  C3665C        JP      5C66H
              ;
C025  2A2A2A20      DB      2AH, 2AH, 2AH, 20H
C029  B9DEAFB6      DB      0B9H, 0DEH, 0AFH, 0AFH
C02D  DD20CFB2      DB      0DDH, 20H, 0CFH, 0B2H
C031  BADD202D      DB      0BAH, 0DDH, 20H, 2DH
C035  2D2D2050      DB      2DH, 2DH, 20H, 50H
C039  432D3830      DB      43H, 2DH, 38H, 30H
C03D  3031204D      DB      30H, 31H, 20H, 4DH
C041  41434849      DB      41H, 43H, 43H, 49H
C045  4E452043      DB      4EH, 45H, 20H, 43H
C049  4F444520      DB      4FH, 44H, 45H, 20H
C04D  2D2D2D20      DB      2DH, 2DH, 2DH, 20H
C051  CFBCDDBA      DB      0CFH, 0BCH, 0DDH, 0BAH
C055  DE20BAB3      DB      0DEH, 20H, 0BAH, 0B3H
C059  BBDE20B7      DB      0BBH, 0DEH, 20H, 0B7H
C05D  BFCDDD20      DB      0BFH, 0CDH, 0DDH, 20H
C061  2D2D2D20      DB      2DH, 2DH, 2DH, 20H
C065  5120616E      DB      51H, 20H, 61H, 6EH
C069  64204120      DB
C06D  BĂB0C5B0      DB
C071  202A2A2A      DB
C075  00            DB
```

《第93図》マイコンメッセージ25回表示

```
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- ■ and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and ■ ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
*** ｹﾞｯｶﾝ ﾏｲｺﾝ --- PC-8001 MACHINE CODE --- ﾏｼﾝｺﾞ ｺｳｻﾞ ｷｿﾍﾝ --- Q and A ｺｰﾅｰ ***
```

Answer　2

大変もっともな御質問で，私もこの事に関してかなり悩んだ記憶がありました。

しかし，最近では開き直って

『解り易く書き易いフローがベスト！』

と決心し，あまりこだわらない様にしています。ですから私の書くフローは大部分が自己流でＺ８０独特のインストラクションなどはほとんど箱の中にニーモニックを直接入れておく事にしています。自分にしてみれば，Ｚ８０のニーモニックは全て記憶しているはずですから，ニーモニックを書いておけば，一番手っ取り早いし解り易いのでは無いでしょうか？

そこで，残念ながらこの御質問に関しては適確なアドバイスは差し上げられません。

参考のためにと思い第94図，第95図に普段私の使用しているフローの例をあげておきます。私自身も，より解り易く，より書き良いフローが書ける様に努力して行きたいと思っています。

《第92図》ソースリスト

アセンブラの『ソースプログラム』です。ラベルやコメントも入り，プログラマの意図が適確に伝わる非常に追い易いリストです。

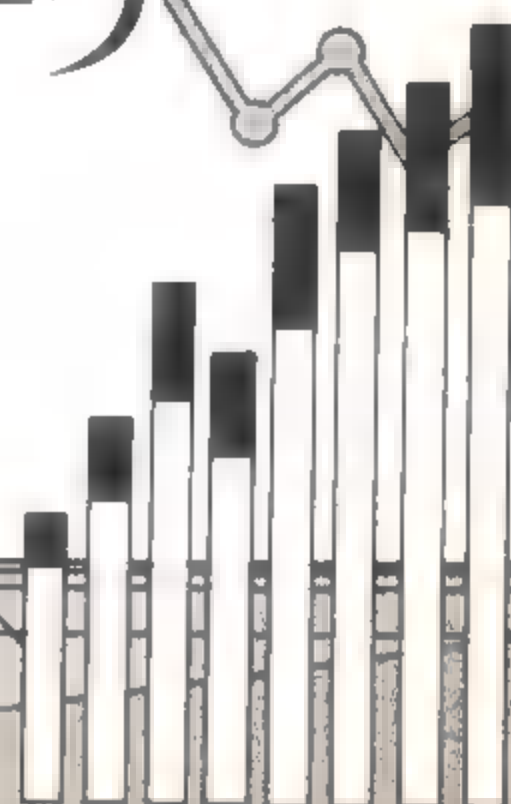
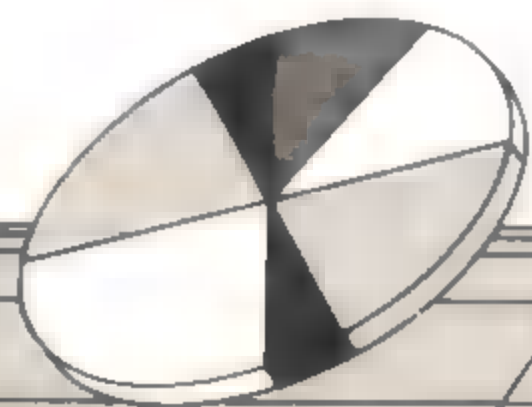
```
                    ;＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊
                    ;
                    ;      メッセージ  25  カイ  ヒョウジ
                    ;
                    ;＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊
                    ;
093A                WIDTH :  EQU  093AH      ;『WIDTH』＝ WIDTH ノ セッテイ サブ ルーチン ヲ テイギ
5C66                MONTOP :EQU  5C66H      ;『MONTOP』＝ マシンゴ モニタ ノ セントウ バンチ ヲ テイ
                             ORG  0C000H
                    ;
C000   0650                  LD   B, 80      ;
C002   0E19                  LD   C, 25      ; CRT スクリーン ヲ 80×25 モード ニ セット
C004   CD3A09                CALL WIDTH      ;
                    ;
C007   2100F3                LD   HL, 0F300H ; VRAM ノ セントウ バンチ ヲ HL ニ セット
C00A   0619                  LD   B, 25      ; 25 カイ ノ ループ ヲ シテイ
                    ;
C00C   E5           LINE :   PUSH HL         ; HL ノ アライ ヲ スタック ニ タイヒ
C00D   1125C0                LD   DE, DATA   ; メッセージ ノ セントウ バンチ ヲ DE ニ セット
                    ;
C010   1A           LETTER : LD   A, (DE)    ; 1 モジ ブン ノ データ ヲ モッテ クル
                    ;
C011   FE00                  CP   0          ; データ ガ 0 デ アレ バ
C013   2806                  JR   Z, LINEND  ;     ゲンザイ ノ ライン ヲ シュウリョウ
                    ;
C015   77                    LD   (HL), A    ; 1 モジ ブン ノ データ 1 モジ ヲ VRAM ニ オクル
                    ;
C016   13                    INC  DE         ; メッセージ ノ アドレス シテイ ヲ 1 バイト ススメル
C017   23                    INC  HL         ; VRAM ノ アドレス シテイ ヲ 1 バイト ススメル
C018   C310C0                JP   LETTER     ; ツギ ノ モジ ヲ ヒョウジ スル タメ ニ ジャンプ
                    ;                        ;
C01B   E1           LINEND : POP  HL         ;
C01C   117800                LD   DE, 120    ; VRAM ノ アドレス シテイ ヲ ツギ ノ ギョウ ニ ススメル
C01F   19                    ADD  HL, DE     ;
                    ;                        ;
C020   10EA                  DJNZ LINE       ; ラベル『LINE』ヘ ループ
C022   C3665C                JP   MONTOP     ; PC－８００１ マシンゴ モニタ ヘ ジャンプ
                    ;
                    ;＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊
                    ;
                    ;          メッセージ  データ
                    ;
                    ;＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊
                    ;
C025   2A2A2A20     DATA :   DB  ,＊＊＊  ゲッカン  マイコン  －－－ ,
C029   B9DEAFB6
C02D   DD20CFB2
C031   BADD202D
C035   2D2D20
C038   50432D38              DB  , PC－８００１  MACHINE  CODE  －－－ ,
C03C   30303120
C040   4D414348
C044   494E4520
C048   434F4445
C04C   202D2D2D
C050   20
C051   CFBCDDBA              DB  , マシンゴ  コウザ  キソヘン  －－－ ,
C055   DE20BAB3
C059   BBDE20B7
C05D   BFCDDD20
C061   2D2D2D20
C065   5120616E              DB  , Q  and  A  コーナー  ＊＊＊ ,
C069   64204120
C06D   BAB0C5B0
C071   202A2A2A
                    ;
C075   00                    DB   0
                    ;
```

〈第94図〉川村流ニーモニック↔フローチャート使用例 I

ニーモニック	フローチャート	ニーモニック	フローチャート
LD E, A	E←A	CPL	A←Ā
LD A,'●'	A←'●'	NEG	A←−A
LD (E000H)HL	(E000H)←HL	CCF	CY←$\overline{CY}$
LD (HL), A	(HL)←A	SCF	CY←1
LD BC, 120	BC←120	SBC HL, DE	HL←HL−DE−CY
PUSH AF	PUSH AF	DEC IY	IY←IY−1
POP DE	POP DE	RLCA	RLCA
LDIR	LDIR	RRD	RRD
CPD	CPD	JP 5C66H	5C66H
ADD A, 10H	A←A+10H	CALL 0257H	0257H
ADC A, (HL)	A←A+(HL)+CY	IN A, (0)	IN A, (0)
AND A, C	A←A∧C	OUT (C), L	OUT (C), L
CP 12H	NULL←A−12H	OUTD	OUTD
INC A	A←A+1	RST 18H	RST 18H
EI	EI	SET 4, A	A_4←1
DAA	DAA	RET	RET

〈第95図〉川村流ニーモニック↔フローチャート使用例 II

ニーモニック	フローチャート
LOOP: CALL SUB 1 CP C JR NZ, LOOP RET	SUB 1 NULL←A−C Z:1 ≠ RET
LD C, 100 WAIT 2 : LD B, 100 WAIT 1 : CALL WAIT DEC B JR NZ, WAIT 1 DEC C JR NZ, WAIT 2 JP (HL)	C←100 B←100 WAIT B←B−1 Z:1 ≠ C←C−1 Z:1 ≠ (HL)
ADD A, A RET C	A←A+A CY:1 ≠ RET

第23章 ブロック転送命令/ブロック・サーチ命令/ビット操作命令

ブロック転送命令

Z80に用意された，データ・ブロック転送命令はメモリ上に置かれている任意のバイト数のデータを，別のアドレスへ転送する際に利用される命令で，全て（4種）のブロック転送命令において3組のレジスタ対の使用目的（意味）が決まっています。

ブロック転送の命令において，HLレジスタ対は転送するデータの元のアドレスを，DEレジスタ対は転送先のアドレスを示し，BCレジスタ対はデータの量をカウントするためのバイト・カウンタとして使用されます。

◎LDI

LDIは，

Load and Increment

の意味です。

この命令を実行すると，HLレジスタ対で指定されたメモリの内容がCPUに読み込まれ，次にDEレジスタ対で指定するメモリに同じデータを転送します。データの転送後は，HLレジスタ対とDEレジスタ対の内容が自動的にインクリメントされ，バイト・カウンタであるBCレジスタ対はディクリメントされます。

同じような動作を他の命令に置き換えると，

```
PUSH  AF
LD    A,(HL)
LD    (DE),A
POP   AF
INC   HL
INC   DE
DEC   BC
```

となりますが，ブロック転送命令ではフラグの変化が独特で，重要な意味を持っているので注意が必要です。

この命令は，一般的に利用されるサイン・フラグ(S)，ゼロ・フラグ（Z）およびキャリ・フラグ（CY）には全く影響を及ぼしませんが，BCレジスタ対をディクリメントした結果が0(ゼロ)になればパリティ／オーバーフロー・フラグ（P／V）も0にリセットされます。

したがって，ブロック転送したいデータのバイト数をBCレジスタ対に与えておけば，命令の実行後にP／Vフラグの値を調べる事によって命令の実行回数をチェックする事ができます。

◎LDIR

LDIRは，

Load, Increment and Repeat

の名称のとおり，先に紹介した

LDI

を，BCレジスタ対の内容が0（ゼロ）になってパリティ／オーバーフロー・フラグ（P／V）が0にリセットされるまでくり返す命令です。

他の命令で同じ機能を書き換えれば，

```
REPEAT:LDI
        JP   PE, REPEAT
```

となります。

このように，

```
LDIR
```

を用いれば1ステップでデータのブロック転送を行う事ができます。例として，0000H番地から00FFH番地まで0100Hバイトのデータを，C000H番地からC0FFH番地に転送するルーチンを示します。

```
LD    HL, 0000H
LD    DE, C000H
LD    BC, 0100H
LDIR
```

◎LDD

LDDは，

Load and Decrement

の意味です。

```
LDI
```

と同じように，HLレジスタ対で指定するメモリの内容をDEレジスタ対で指定するメモリに転送しますが，転送後は，HLレジスタ対，DEレジスタ対およびBCレジスタ対の内容を全てディクリメントします。

同じような動作を他の命令に置き換えると，

```
PUSH  AF
LD    A, (HL)
LD    (DE), A
POP   AF
DEC   HL
DEC   DE
DEC   BC
```

または，

```
LDI
DEC   HL
DEC   HL
DEC   DE
DEC   DE
```

のようになります。

しかし,パリティ/オーバーフロー・フラグ(P/V)が重要な役割りを果たし，

```
LDI
```

と同じように，命令の実行結果BCレジスタ対が0（ゼロ）になった場合にP／Vフラグが0にリセットされます。

◎LDDR

LDDRは，

Load Decrement and Repeat

の意味で，

```
LDIR
```

と同じように1ステップでデータ・ブロック転送を行う事のできる命令です。具体的には，

```
LDD
```

をBCレジスタ対で指定する回数だけくり返すものですから，HLレジスタ対およびDEレジスタ対には，転送元と転送先の上位のアドレス（FFFFHに近いアドレス)を与えなくてはいけません。

たとえば，0000H番地から00FFH番地まで0100Hバイトのデータを，C000H番地からC0FFH番地に転送する場合は次のようになります。

```
LD    HL, 00FFH
LD    DE, C0FFH
LD    BC, 0100H
LDDR
```

ブロック・サーチ命令

メモリ・ブロック・サーチ命令は，Aレジスタの内容とメモリ上のデータとを比較するために利用される命令で，HLレジスタ対がデータのアドレスを指すポインタとして，BCレジスタ対は比較回数をカウントするバイト・カウンタとして使用されます。

Z80にはブロック・サーチのための命令が4種ほど用意されていますが，一般的にはあまり活用されていないようです。データ・ブロックの中から一定のデータをさがし出す使い方以外にも，最大値や最少値などを求める様な応用も出来ますので，サーチ以外にもデータのソーティング等を行う時に使ってみてください

◎CPI

CPIは,

Compare and Increment

の意味で，Aレジスタの内容とHLレジスタ対で指定するメモリの内容を比較して，比較結果をサインフラグ（S）およびゼロ・フラグ（Z）に表します。比較した後はHLレジスタ対をインクリメント，BCレジスタ対をディクリメントし，もしBCレジスタ対の内容が0（ゼロ）になればパリティ／オーバーフロー・フラグ（P／V）を0にリセットします。

他の命令に置き換えれば,

```
CP      A,(HL)
INC     HL
DEC     BC
```

などとなりますが，フラグの変化は独自のものです。特に，ブロック・サーチ命令ではキャリ・フラグ（CY）に全く影響を及ぼしませんので注意が必要です。

◎CPIR

CPIRは,

Compare, Increment and Repeat

の名称のとおり，先に紹介した。

CPI

を，BCレジスタ対のバイト・カウンタが0になってパリティ／オーバーフロー・フラグ（P／V）が0にリセットされるか，またはAレジスタの内容とHLレジスタ対で指定するメモリの内容が等しいためゼロ・フラグ（Z）が1にセットされるまでくり返す命令です。

同じ機能を他の命令で書き換えれば,

```
REPEAT:CPI
  JR  Z,EXIT
  JP  PE,REPEAT
EXIT:
```

などとなります。

このように,

CPIR

を用いれば，1ステップでメモリ上に置かれているデータ・ブロックの中にAレジスタの内容と同じデータが存在するか否か，また存在する場合のアドレスまでも調べる事ができます。

この命令を活用した良いプログラム例はないものかと考

〈第96図〉 CPIR命令の使用例(内蔵マシン語モニタの一部)

```
5C2C   F3         MONENT :  DI
                  ;
5C2D   3AFF7F               LD     A,(EMONSW)     ;
5C30   FE55                 CP     55H            ;CHECK EXTENDED MONITOR SW
5C32   CAFC7F               JP     Z,EMONSW-3     ;
                  ;
5C35   2234FF               LD     (MONHL),HL     ;SAVE TEXT POINTER
5C38   ED7336FF             LD     (MONSP),SP     ;SAVE STACK POINTER
                  ;
                  ;MONITOR  COMMAND  INPUT  ROUTINE
                  ;
5C3C   015E5C     MONBGN:   LD     BC,MONERR
5C3F   C5                   PUSH   BC
5C40   3E2A                 LD     A,'*'          ;MONITOR PROMPT MARK
5C42   CD5702               CALL   CONOUT
5C45   CDE20B               CALL   DSPCSR
5C48   CDAD5F               CALL   MONCIN         ;DISPLAY CURSOR AND INPUT COMMAND
                  ;
5C4B   21875C               LD     HL,MONKTB
5C4E   010C00               LD     BC,12          ;NUMBER OF COMMAND
5C51   EDB1                 CPIR
5C53   C0                   RET    NZ             ;NOT COMMAND
                  ;
5C54   216F5C               LD     HL,MONATB      ;
5C57   09                   ADD    HL,BC          ;
5C58   09                   ADD    HL,BC          ;
5C59   5E                   LD     E,(HL)         ;CALCULATE ADDRESS
5C5A   23                   INC    HL             ;       AND JUMP TO COMMAND
5C5B   56                   LD     D,(HL)         ;
5C5C   EB                   EX     DE,HL          ;
5C5D   E9                   JP     (HL)           ;
                  ;
5C5E   CDCA5F     MONERR:   CALL   MONCLF
5C61   3E3F                 LD     A,'?'          ;MONITOR ERROR MESSAGE MARK
5C63   CD5702               CALL   CONOUT
                  ;
                  ;MONITOR  WARM  START
                  ;
5C66   ED7B36FF   MONHOT:   LD     SP,(MONSP)     ;
5C6A   CDCA5F               CALL   MONCLF         ;REPAIR STACK AND INPUT COMMAND
5C6D   18CD                 JR     MONBGN         ;
                  ;
                  ;
                  ;
5C6F   665C       MONATB:   DW     MONHOT         ;ESC KEY
5C71   935C                 DW     MONCTB         ;^B KEY
5C73   665C                 DW     MONHOT         ;SPACE KEY
5C75   665C                 DW     MONHOT         ;^J KEY
5C77   665C                 DW     MONHOT         ;^M OR RETURN KEY
5C79   3C5C                 DW     MONBGN         ;^L AND CLR KEY
5C7B   E65D                 DW     MONTM          ;T KEY
5C7D   745D                 DW     MONW           ;W KEY
5C7F   AE5D                 DW     MONL           ;L KEY
5C81   685D                 DW     MONGO          ;G KEY
5C83   165D                 DW     MONDM          ;D KEY
5C85   995C                 DW     MONSET         ;S KEY
                  ;
5C87   5344474C   MONKTB:   DB     'SDGLWT',0CH,0DH,0AH,' ',2,1BH
5C8B   57540C0D
5C8F   0A20021B
```

えていたところ，なんとＰＣ－８００１の５Ｃ２ＣＨ番地から内蔵されているマシン語モニタで使っていた事に気が付きました。Ｚ８０特有の命令を全くと言って良い程使っていないＮ－ＢＡＳＩＣにしては非常に気の効いた使い方をしていますので，システム解析の勉強にでもと思い掲載しておきます（**第96図**）。

このマシン語モニタでは，コマンド入力の際にキーボードから入力された文字がコマンドか否かの判断と，各コマンドの処理ルーチンのアドレスを得るために，

ＣＰＩＲ

を利用しています。

◎CPD

ＣＰＤは，

Compare and Decrement

の意味です。

ＣＰＩ

と同じように，Ａレジスタの内容とＨＬレジスタ対で指定するメモリの内容を比較して，比較結果をサイン・フラグ（Ｓ）およびゼロ・フラグ(Ｚ)に表わしますが，比較後は，ＨＬレジスタ対およびＢＣレジスタ対両者の内容共にディクリメントします。このディクリメントによってＢＣレジスタ対の内容が0（ゼロ）になればパリティ／オーバーフロー・フラグ（Ｐ／Ｖ）を0にリセットします。

他の命令に置き換えれば，

```
CP    A, (HL)
DEC   HL
DEC   BC
```

または，

```
CPI
DEC   HL
DEC   HL
```

などとなりますが，キャリ・フラグ（ＣＹ）に影響を及ぼさない等フラグの変化は独自のものです。

◎CPDR

ＣＰＤＲは，

Compare, Decrement and Repeat

の意味で，

ＣＰＩＲ

と同じように，１ステップでメモリ上に置かれているデータ・ブロックの中にＡレジスタの内容と同じデータが存在するか否か，また存在する場合のアドレスを調べる事のできる命令です。具体的には，

ＣＰＤ

をＢＣレジスタ対が0(ゼロ)になるか，Ａレジスタの内容と同じデータを見付けるまでくり返します。

〈第97図〉 ニーモニック↔マシン語対照表

ブロック転送

ＬＤＩ	ＥＤ Ａ０
ＬＤＩＲ	ＥＤ Ｂ０
ＬＤＤ	ＥＤ Ａ８
ＬＤＤＲ	ＥＤ Ｂ８

ブロック・サーチ

ＣＰＩ	ＥＤ Ａ１
ＣＲＩＲ	ＥＤ Ｂ１
ＣＰＤ	ＥＤ Ａ９
ＣＰＤＲ	ＥＤ Ｂ９

ビット操作命令

ビット操作命令を使用する事によって，Ａレジスタを含む全ての汎用レジスタおよびＨＬレジスタ対またはインデックス・レジスタで指定するメモリ上の任意のビットに対して，セットまたはリセットを行う事が可能で，そのビットが0であるか1であるかを調べる事もできます。

８０８０ＣＰＵ当時のビット操作は専用の命令がなかったために，論理演算命令やローテート・シフト命令の組み合わせのみで操作を行わなければならず，非常に読みにくいプログラムを組んでいました。おかげで論理演算の勉強にはなりましたが………。

さて，ビット操作命令のニーモニックには次の３種類がありますので対照表を御覧ください。

◎ＳＥＴ　…　ビットを１にセットする命令。
◎ＲＥＳ　…　ビットを０にリセットする命令。
◎ＢＩＴ　…　ビットの内容を調べる命令。

なお，ビットの内容を調べた結果が，0であればゼロ・フラグ（Z）が1にセットされ，結果が1であればゼロ・フラグ（Z）が0にリセットされます。

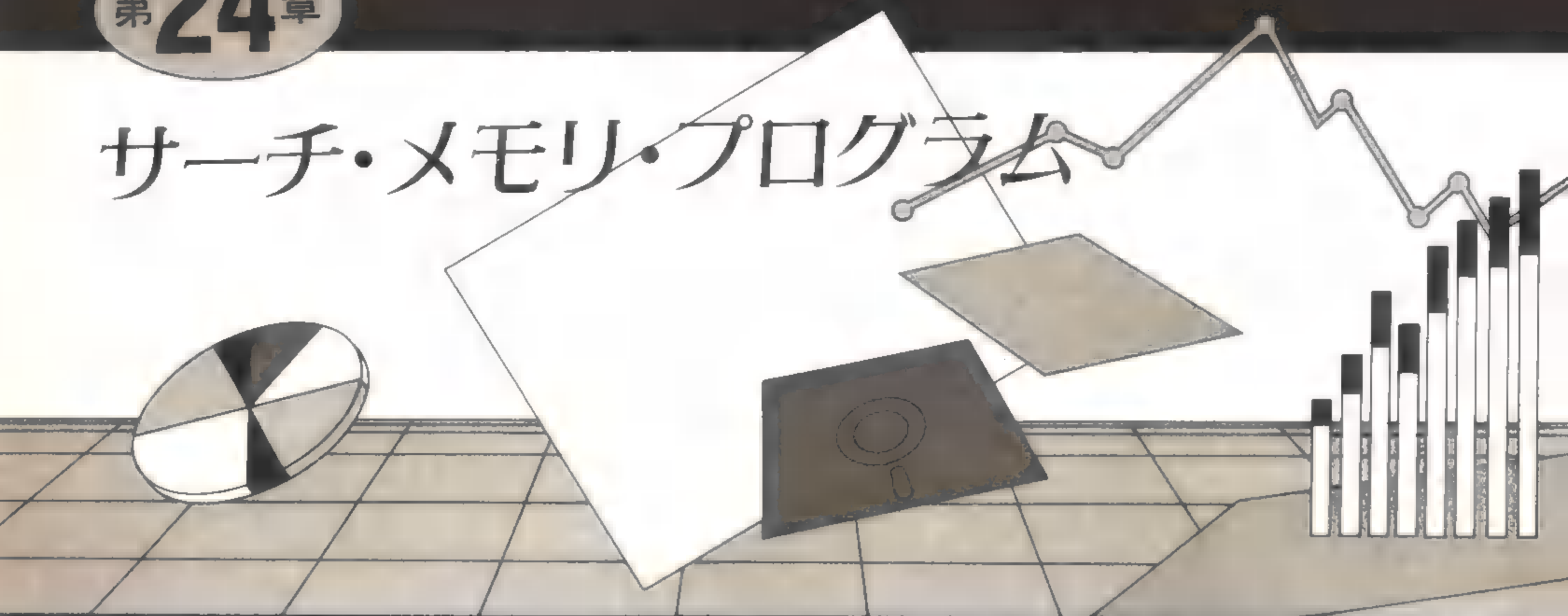
まとめ

第2ブロックから第3ブロックにわたり，長い間Z80のインストラクションを紹介して来ましたが，本章をもって全ての命令を説明し終えました。

そこで，次章では総集編という事で少し長めのプログラムをオール・アセンブラで組んでみたいと思います。

〈第98図〉ニーモニック↔マシン語対照表

ビット操作

×	A	B	C	D	E	F	L	(HL)	(IX+d)	(IY+d)
BIT 0，×	CB 47	CB 40	CB 41	CB 42	CB 43	CB 44	CB 45	CB 46	DD CB d 46	FD CB d 46
BIT 1，×	CB 4F	CB 48	CB 49	CB 4A	CB 4B	CB 4C	CB 4D	CB 4E	DD CB d 4E	FD CB d 4E
BIT 2，×	CB 57	CB 50	CB 51	CB 52	CB 53	CB 54	CB 55	CB 56	DD CB d 56	FD CB d 56
BIT 3，×	CB 5F	CB 58	CB 59	CB 5A	CB 5B	CB 5C	CB 5D	CB 5E	DD CB d 5E	FD CB d 5E
BIT 4，×	CB 67	CB 60	CB 61	CB 62	CB 63	CB 64	CB 65	CB 66	DD CB d 66	FD CB d 66
BIT 5，×	CB 6F	CB 68	CB 69	CB 6A	CB 6B	CB 6C	CB 6D	CB 6E	DD CB d 6E	FD CB d 6E
BIT 6，×	CB 77	CB 70	CB 71	CB 72	CB 73	CB 74	CB 75	CB 76	DD CB d 76	FD CB d 76
BIT 7，×	CB 7F	CB 78	CB 79	CB 7A	CB 7B	CB 7C	CB 7D	CB 7E	DD CB d 7E	FD CB d 7E
RES 0，×	CB 87	CB 80	CB 81	CB 82	CB 83	CB 84	CB 85	CB 86	DD CB d 86	FD CB d 86
RES 1，×	CB 8F	CB 88	CB 89	CB 8A	CB 8B	CB 8C	CB 8D	CB 8E	DD CB d 8E	FD CB d 8E
RES 2，×	CB 97	CB 90	CB 91	CB 92	CB 93	CB 94	CB 95	CB 96	DD CB d 96	FD CB d 96
RES 3，×	CB 9F	CB 98	CB 99	CB 9A	CB 9B	CB 9C	CB 9D	CB 9E	DD CB d 9E	FD CB d 9E
RES 4，×	CB A7	CB A0	CB A1	CB A2	CB A3	CB A4	CB A5	CB A6	DD CB d A6	FD CB d A6
RES 5，×	CB AF	CB A8	CB A9	CB AA	CB AB	CB AC	CB AD	CB AE	DD CB d AE	FD CB d AE
RES 6，×	CB B7	CB B0	CB B1	CB B2	CB B3	CB B4	CB B5	CB B6	DD CB d B6	FD CB d B6
RES 7，×	CB BF	CB B8	CB B9	CB BA	CB BB	CB BC	CB BD	CB BE	DD CB d BE	FD CB d BE
SET 0，×	CB C7	CB C0	CB C1	CB C2	CB C3	CB C4	CB C5	CB C6	DD CB d C6	FD CB d C6
SET 1，×	CB CF	CB C8	CB C9	CB CA	CB CB	CB CC	CB CD	CB CE	DD CB d CE	FD CB d CE
SET 2，×	CB D7	CB D0	CB D1	CB D2	CB D3	CB D4	CB D5	CB D6	DD CB d D6	FD CB d D6
SET 3，×	CB DF	CB D8	CB D9	CB DA	CB DB	CB DC	CB DD	CB DE	DD CB d DE	FD CB d DE
SET 4，×	CB E7	CB E0	CB E1	CB E2	CB E3	CB E4	CB E5	CB E6	DD CB d E6	FD CB d E6
SET 5，×	CB EF	CB E8	CB E9	CB EA	CB EB	CB EC	CB ED	CB EE	DD CB d EE	FD CB d EE
SET 6，×	CB F7	CB F0	CB F1	CB F2	CB F3	CB F4	CB F5	CB F6	DD CB d F6	FD CB d F6
SET 7，×	CB FF	CB F8	CB F9	CB FA	CB FB	CB FC	CB FD	CB FE	DD CB d FE	FD CB d FE

サーチ・メモリ・プログラム

プログラムの概要

第3ブロックをまとめるプログラムの一つとして紹介するのが，サーチメモリ・プログラムです。

このプログラムは，メモリ上のデータの中から特定のデータ群(文字列)をさがし出すユーティリティ・プログラムで，私がN－BASICを解析した時ROM内のサブルーチンやデータ領域をさがし出すのに非常な助けになった，4バイトサーチ・プログラム（橋本正樹氏原作）からアイデアを得てつくったものです。

先の橋本氏のプログラムでは，メインルーチンはN－BASICで組まれており，最も高速性を要するサーチルーチンのみが，マシン語のサブルーチンとして用意されていました。キーボードからの入力や，CRTスクリーンへの表示等は，全てN－BASICで管理していたのですが，実用上，十分過ぎるくらいに十分な速度で24KバイトのROMをサーチし終えるのに1秒もかからなかったと記憶しています。

さて，これから紹介するサーチメモリプログラムは，全てアセンブラで組んでみました。N－BASICとリンクさせても十分な速度が得られるものなのですが，面倒なキー入力およびCRTスクリーンへの表示が行いたかったため，あえてアセンブラのみで組んだのです。

したがってこのプログラムは，前章までに紹介して来た何本かのプログラム例と技術的にかなりの差をつけてある事になります。

だからと言ってあまり難しく考える必要はありません。ここまで本書を読んで来た皆さんの気力が有れば，それだけでマシン語をマスターするに十分です。

プログラムの仕様

プログラミング（コーディング）を行う前に必ず仕様を決めなくてはいけません。プログラムには必ず目的があるはずで，その目的を実現するためのいろいろな取り決めが仕様です。

たとえば，スペースインベーダ・ゲームの目的はインベーダ・ゲームが楽しめる事で，

インベーダの数
インベーダの動き方
砲台の動き方
キー操作の方法
etc.

などは，すべてプログラムの仕様として決めておかなければなりません。BASIC等高級言語の場合には，コーディング途中で仕様を変更する事も比較的容易ですが（もちろん根本的な変更は論外です），マシン語で特にハンドアセンブルを行う場合などは，メッセージ一つを変更するのも予想以上に困難な場合が多いので，最初の頭の中や紙の上

で仕様を決める時によく注意しなくてはいけません。

それでは,「サーチメモリ・プログラム」の目的は何でしょうか？

目的は，メモリの中から任意のデータ群をさがし出す（サーチする）事です。そのためには，任意のデータ群（キーワード）を入力するためのルーチンも必要ですしサーチ結果を表示するルーチンも，もちろんサーチも行わなければいけません。

〈第101図〉 プロンプトメッセージ“Ok”をサーチ

```
def usr=&hc100:a=usr(a)

code -  "O
code -  "k
code -
3B60
Ok


def usr=&hc100:a=usr(a)

code -"O
code -"k
code - fc
code - 0d
code - 0a
code - 00
code -
3B60
Ok
```

また，サーチするメモリ領域は，００００Ｈ番地から５ＦＦＦＨ番地の ROM 領域としておきますが，これは他機種に移植する場合などのために簡単に変更できるようにしておきます。

Ｚ８０の命令でサーチする場合と，文字列でサーチする場合を考慮して，キーワードは16進数２桁でもキャラクタでも入力できる様にします。ただし，キャラクタをキーワードとして入力する場合には頭にダブルクォート（ ”）を付ける事にします。また，キーワードを入力せずにRETURNキーのみが入力された場合には，キーワードの入力を終了した事になります。

キーワードの数（文字列の長さ）は，プログラムの組み易さから考えて 255 バイトまで可能とし，キーワードが１個も存在しなかった場合にはサーチを行わない様にします。

プログラム自体はサブルーチンの形をとり，Ｎ－BASIC のＵＳＲ関数として実行できるようにしました。

以上の仕様に基づいてつくったサーチメモリ・プログラムのアセンブルリストを第99図として，また打ち込みたい方のためにダンプリストを第100図として掲載します。

さらに，サーチメモリの実行例として，N－BASICのプロンプトメッセージである“Ok”をサーチした例を第101図として，Ｚ８０の無条件絶対ジャンプ命令（Ｃ３Ｈ）をサーチした例を第102図として示します。

〈第102図〉 Ｚ８０の絶対ジャンプ命令（Ｃ３Ｈ）をサーチ

```
def usr=&hc100 : a=usr(a)

code - c3
code -
0004 0008 000B 0010 0013 0018 001D 0020 0023 0028 002B 0030 0035 0038 007E 0096
019D 01E6 02AD 0366 0477 04AC 0642 06E7 06EC 0773 0784 0881 09F9 0AE6 0AF6 0C19
0C96 0CD4 0CE9 0D31 0D5D 0DA8 0DB5 0F19 0F72 12D6 14A7 159C 15C3 15FD 178D 181D
182F 1877 188E 18E9 191A 1A2D 1A4D 1A68 1A70 1A74 1AB3 1E6D 1F9F 1FB3 1FC6 20E9
2127 212D 21ED 21F6 224C 225F 22D2 22DB 22DE 2361 236C 2373 237C 23A6 23B2 23ED
24A1 24AE 25FD 25FE 2635 264C 266E 268D 27CD 27DC 27F7 27FE 283C 28A8 28FA 2927
293F 294D 2984 299A 29AF 2A1F 2A46 2B1B 2B22 2B87 2B88 2BB4 2C45 2CB8 2CF5 2D08
2D1F 2E66 2EBB 2F07 2F65 3196 3230 32E0 333D 336F 34FF 3595 3664 36FF 37D5 3B29
3B2C 3BC3 3BD6 3C13 3C42 3CD1 3CE9 3D73 3E62 3EE5 3EF0 3F44 3F80 3FAC 3FCC 3FCF
3FE2 4002 4035 4055 4061 407F 40A3 40E7 427D 42A3 42F0 42FF 432C 4369 4380 4452
44A7 453A 4569 45A0 466D 46C1 46CC 46FF 4726 473F 47C6 47FC 4812 4862 48A9 49A0
49D4 4A05 4A70 4A88 4B29 4BF6 4C27 4DB4 4DD5 4EF0 4FBF 5071 507F 50EF 519E 525F
526D 52E9 5397 540E 5445 54B5 5526 56AA 56B0 576B 57D8 57DE 57F0 5849 5866 58C7
58D6 5915 5943 5A98 5ADF 5AE8 5B3C 5B7D 5BBF 5BED 5C29 5D0F 5DAB 5DDB 5DE3 5E0F
5E80 5F9B 5FD1 5FEA
Ok
```

〈第99図〉サーチメモリプログラム

```
《Aブロック》          ; PC-8001 SEARCH MEMORY PROGRAM Ver 1.0
                       ; Copyright 1982 (C) by KIYOSHI KAWAMURA
                       ;                        in FORESIGHT PLANNING SECTION
                       ;
0257                   DSPCHR:  EQU   0257H         ; display a character
0F75                   INCHR:   EQU   0F75H         ; input a character from keyboard
                       ;
0000                   ADRTOP:  EQU   0000H         ; top address of  search  area
5FFF                   ADREND:  EQU   5FFFH         ; end address of search  area
                       ;
                                ORG   0C100H
《Bブロック》          ; input key-words section
                       ;
C100  21F7C1                    LD    HL,TABLE
C103  0E00                      LD    C,0           ; clear key-word counter
                       ;
C105  11E9C1           NWORD:   LD    DE,PROMPT
C108  CDE0C1                    CALL  DSPMSG        ; display the prompt message
                       ;
C10B  CD6EC1                    CALL  INCOD
C10E  05                        DEC   B
C10F  281E                      JR    Z,EIN         ; end of all input key-word
                       ;
C111  1003                      DJNZ  TWOCLM
C113  5A                        LD    E,D
C114  1630                      LD    D,0           ; clear msb byte of key-word
                       ;
C116  7A               TWOCLM:  LD    A,D
C117  FE22                      CP
C119  7B                        LD    A,E
C11A  280D                      JR    Z,EWORD
                       ;
C11C  CDB4C1                    CALL  HEXBIN        ; convert msb byte into binary
C11F  47                        LD    B,A
                       ;
C120  7A                        LD    A,D
C121  CDB4C1                    CALL  HEXBIN        ; convert  1 sb byte into binary
                       ;
C124  07                        RLCA
C125  07                        RLCA
C126  07                        RLCA
C127  07                        RLCA
C128  80                        ADD   A,B
                       ;
C129  77               EWORD:   LD    (HL),A        ; store ■ key-word
C12A  23                        INC   HL
C12B  0C                        INC   C             ; increment byte counter
C12C  D8                        RET   C             ; number of key-words overflow
C12D  18D6                      JR    NWORD
                       ;
C12F  3E0D             EIN:     LD    A,0DH
C131  CD5702                    CALL  DSPCHR        ; display ■ carriage return code
C134  3E0A                      LD    A,0AH
C136  CD5702                    CALL  DSPCHR        ; display a line feed code
                       ;
C139  0C                        INC   C
C13A  0D                        DEC   C
C13B  C8                        RET   Z             ; no key-word, return to basic
《Cブロック》          ; search main section
                       ;
C13C  210000                    LD    HL,ADRTOP     ; set top address of search area
C13F  11FF5F           IFEND:   LD    DE,ADREND     ; set end address of search area
                       ;
C142  E5                        PUSH  HL
C143  A7                        AND   A             ; reset carry flag
C144  ED52                      SBC   HL,DE
C146  E1                        POP   HL
C147  C8                        RET   Z             ; end of search, return to basic
                       ;
C148  C5                        PUSH  BC
C149  E5                        PUSH  HL
```

```
C14A  11F7C1              LD   DE,TABLE
                    ;
C14D  1A          MLOOP:  LD   A,(DE)
C14E  BE                  CP   (HL)
C14F  2007                JR   NZ,NXTMEM     ;  not same, next memory
                    ;
C151  0D                  DEC  C
C152  2804                JR   Z,NXTMEM      ;  end of key-words, next memory
                    ;
C154  13                  INC  DE
C155  23                  INC  HL
C156  18F5                JR   MLOOP
                    ;
C158  E1          NXTMEM: POP  HL
C159  C1                  POP  BC
C15A  23                  INC  HL
C15B  20E2                JR   NZ,IFEND
                    ;
C15D  2B          FOUND:  DEC  HL
C15E  7C                  LD   A,H
C15F  CDC0C1              CALL DSPACC        ;  display a msb byte of address
C162  7D                  LD   A,L
C163  CDC0C1              CALL DSPACC        ;  display a lsb  byte of address
C166  3E20                LD   A,
C168  CD5702              CALL DSPCHR        ;  display a space code
C16B  23                  INC  HL
C16C  18D1                JR   IFEND
                    ;  input a key-word subrouthne
《Dブロック》        ;
                    ;       outputs  : input character in register de
                    ;                : input clumn plus one in register c
                    ;       destorys : register a,f,b,d,e
C16E  0601        INCOD:  LD   B,1
C170  CD750F              CALL INCHR
C173  FE0D                CP   0DH
C175  C8                  RET  Z             ;  return to main routine
                    ;
C176  FE7F                CP   7FH
C178  28F4                JR   Z,INCOD
                    ;
C17A  FE20                CP   20H
C17C  38F0                JR   C,INCOD       ;  cancel control code
                    ;
C17E  CD5702              CALL DSPCHR        ;  echo-back a input character
C181  57                  LD   D,A
                    ;
C182  0602        INCOD1: LD   B,2
C184  CD750F              CALL INCHR
C187  FE0D                CP   0DH
C189  C8                  RET  Z             ;  return to main routine
                    ;
C18A  FE08                CP   08H
C18C  2804                JR   Z,DEL1
C18E  FE7F                CP   7FH
C190  2005                JR   NZ,INCOD2
                    ;
C192  CDD7C1      DEL1:   CALL BACK          ;  display a back-space
C195  18D7                JR   INCOD
                    ;
C197  FE20        INCOD2: CP   20H
C199  38E7                JR   C,INCOD1      ;  cancel control code
                    ;
C19B  CD5702              CALL DSPCHR        ;  echo-back a input caracter
C19E  5F                  LD   E,A
                    ;
C19F  0603        INCOD3: LD   B,3
C1A1  CD750F              CALL INCHR
C1A4  FE0D                CP   0DH
C1A6  C8                  RET  Z             ;  return to main routine
                    ;
C1A7  FE08                CP   08H
C1A9  2804                JR   Z,DEL2
```

```
C1AB  FE7F                   CP     7FH
C1AD  20F0                   JR     NZ,INCOD3
                     ;
C1AF  CDD7C1         DEL2:   CALL   BACK               ;display a back-space
C1B2  18CE                   JR     INCOD1
                     ; convert hexa corde into binary code subroutine
《Eブロック》          ;
                     ;     inputs   : character code in accumulator
                     ;     outputs  : binary code in accumulator
                     ;     destroys : register a,f
                     ;
C1B4  FE3A           HEXBIN :CP     '9'+1
C1B6  3805                   JR     C,HEXBI1
C1B8  E60F                   AND    0FH
C1BA  C609                   ADD    A,9
C1BC  C9                     RET
                     ;
C1BD  E60F           HEXBI1 : AND   0FH
C1BF  C9                     RET
                     ; display accumulator hexa decimal subroutine
《Fブロック》          ;
                     ;     destroys : register a,f,b
                     ;
C1C0  47             DSPACC : LD    B,A
C1C1  0F                     RRCA
C1C2  0F                     RRCA
C1C3  0F                     RRCA
C1C4  0F                     RRCA
C1C5  CDC9C1                 CALL   HALF
C1C8  78                     LD     A,F
                     ;
C1C9  E60F           HALF :  AND    0FH
C1CB  FE0A                   CP     10
C1CD  3802                   JR     C,NUMBER
C1CF  C607                   ADD    A,7
                     ;
C1D1  C630           NUMBER : ADD   A,'0'
C1D3  CD5702                 CALL   DSPCHR
C1D6  C9                     RET
                     ; display a back-space subroutine
《Gブロック》          ;
                     ;     destroys : register a,f
                     ;
C1D7  D5             BACK :  PUSH   DE
C1D8  11F3C1                 LD     DE,BACKSPC
C1DB  CDE0C1                 CALL   DSPMSG
C1DE  D1                     POP    DE
C1DF  C9                     RET
                     ; display message subroutine
《Hブロック》          ;
                     ;     destroys : register a,f,d,e
                     ;
C1E0  1A             DSPMSG : LD    A,(DE)
C1E1  A7                     AND    A
C1E2  C8                     RET    Z
C1E3  CD5702                 CALL   DSPCHR
C1E6  13                     INC    DE
C1E7  18F7                   JR     DSPCHR
《Iブロック》          ; data area
                     ;
C1E9  0D0A636F       PROMPT : DEFB  0DH,0AH,'code-',0
C1ED  6465202D
C1F1  2000
C1F3  1D201D00       BAKSPC : DEFB  1DH,' ',1DH,0
《Jブロック》          ; key-word table
                     ;
C1F7                 TABLE :  END
```

〈第100図〉 サーチ・メモリプログラム（ダンプリスト）

```
C100  21 F7 C1 0E 00 11 E9 C1  CD E0 C1 CD 6E C1 05 28  !.............n..(
C110  1E 10 03 5A 16 30 7A FE  22 7B 28 0D CD B4 C1 47  ...Z.0z."{(....G
C120  7A CD B4 C1 07 07 07 07  80 77 23 0C D8 18 D6 3E  z........w#....>
C130  0D CD 57 02 3E 0A CD 57  02 0C 0D C8 21 00 00 11  ..W.>..W....!...
C140  FF 5F E5 A7 ED 52 E1 C8  C5 E5 11 F7 C1 1A BE 20  ._...R..........
C150  07 0D 28 04 13 23 18 F5  E1 C1 23 20 E2 2B 7C CD  ..(..#....#.+!.
C160  C0 C1 7D CD C0 C1 3E 20  CD 57 02 23 18 D1 06 01  ..}...>..W.#....
C170  CD 75 0F FE 0D C8 FE 7F  28 F4 FE 20 38 F0 CD 57  .u......(...8..W
C180  02 57 06 02 CD 75 0F FE  0D C8 FE 08 28 04 FE 7F  .W...u......(...
C190  20 05 CD D7 C1 18 D7 FE  20 38 E7 CD 57 02 5F 06  ........8..W....
C1A0  03 CD 75 0F FE 0D C8 FE  08 28 04 FE 7F 20 F0 CD  ..........(.....
C1B0  D7 C1 18 CE FE 3A 38 05  E6 0F C6 09 C9 E6 0F C9  .....:8.........
C1C0  47 0F 0F 0F 0F CD C9 C1  78 E6 0F FE 0A 38 02 C6  G.......x....8..
C1D0  07 C6 30 CD 57 02 C9 D5  11 F3 C1 CD E0 C1 D1 C9  ..0.W...........
C1E0  1A A7 C8 CD 57 02 13 18  F7 0D 0A 63 6F 64 65 20  ....W......code
C1F0  2D 20 00 1D 20 1D 00                              .....
```

それでは，各ブロックごとにアセンブルをリスト追ってみましょう。

◎Aブロック

本プログラムでは，２種類のシステムサブルーチンを利用しています。

一つは，Ａレジスタのキャラクタコードに基づいたキャラクタの表示を行う０２５７Ｈ番地のサブルーチンもう一つはキーボードから入力されたキャラクタのコードをアキュームレータ（Ａレジスタ）に与えてもどる０Ｆ７５Ｈ番地のサブルーチンです。

「移植し易い様にシステムサブルーチンは使わない」という思想を軸にしているのですが，この最も基本的でかつ複雑なIOCS (Input Output Control Subroutine)は，ハードウエアへの依存度が非常に高く，また，それらのサブルーチンは全てのパーソナルコンピュータに用意されていると言っても過言ではないと思い二つのシステムサブルーチンを利用しました。

他の機種に移植する場合には，二つのシンボル定義擬似命令（ＥＱＵ）のオペランドを各機種用に変更してください。またＣＲＴ画面への表示を行う０２５７Ｈ番地のかわりにプリンタ出力サブルーチンなどを使ってもおもしろいと思います。

◎Bブロック

プログラムを実行すると最初にキーワードの入力を行います。

このルーチンを通過する事によって，入力したキーワードがキーワード・テーブルに格納され，またＣレジスタにキーワードのバイト数が与えられます。

BASIC等と異なりアセンブラでは，この様な作業に意外と手間がかかるもので，本プログラムでもメインのサーチルーチンよりキー入力ルーチンの方にメモリを使用しています。

キー入力ルーチンの最後では，キーワードのバイト数が0であるか否かの判定を行っており0であった場合には次のサーチルーチンへ行かずにN—BASICにもどります。

◎Cブロック

本プログラムのメインであるサーチルーチンを見て何人かの皆さんは「どこかで見た事があるな？」と思われたかも知れません。

実はこのルーチンは，第３ブロックの第19章で紹介した野本正司さんから送っていただいた「N—BASICのプロンプト・メッセージをさがし出すプログラム」をほんの少し変更しただけのものなのです。

「MLOOP」というラベルのついているブロックは，全てのキーワードが合っていればゼロフラグ(Z)をセットし，途中でひとつでも異なっていればゼロフラグ(Z)をリセットして「NXTMEM」のラベルにジャンプします。

「FOUND」の部分では，サーチされたアドレスを４桁の16進数として表示しています。

☆Dブロック

「INCOD」は，サーチメモリ・プログラムの中で一番長いサブルーチンで，動作も比較的複雑です。

キーボードからサーチするためのキーワードを入力するためのサブルーチンで，N-BASIC内蔵モニタのように簡略化すれば10ステップ程度にできたのですが，あまり短くてはおもしろくありませんし使い勝手も良く無いと思い改良して行くうちに，プリンタ用紙で１ページ近いサブルーチンになってしまいました。

このサブルーチンをコールする事によって，キーボードから２バイトのキャラクタを入力し，それぞれのキャラクタコードをＤレジスタおよびＥレジスタに，格納してもどります。またＣレジスタには，キーボードから入力されたキャラクタのバイト数に１を加えたもの（１～３）が入ります。

コードが２０Ｈ未満のコントロールコードが入力された場合は無視されますが，０８Ｈおよび７ＦＨのバックスペースコードでは，一文字前に入力されたキャラクタを無効にしています。

☆Eブロック

「HEXBIN」は，Ａレジスタに与えられた16進関係のキャラクタコード(０～９およびＡ～Ｆ)を対応する２進データ（バイナリコード）に変換するためのサブルーチンです。

☆Fブロック

「DSPACC」は，Ａレジスタのデータを２桁の16進数としてＣＲＴスクリーンに表示するためのサブルーチンです。

バイナリコードを16進のキャラクタに変換する良い例では無いでしょうか？

☆Gブロック

バックスペース表示サブルーチン(「BACK」)では，バックスペース用のメッセージ・データを表示します。

具体的には，バックスペース用データが格納してあるアドレス(「BAKSPC」）をＤＥレジスタ対に入れて，メッセージ表示サブルーチン（「DSPMSG」）をコールしています。

☆Hブロック

「DSPMSG」とラベルを付けたメッセージ表示サブルーチンでは，ＣＲＴスクリーンに文字列(メッセージ）を表示します。

このサブルーチンをコールする場合には，ＤＥレジスタ対に文字列データの格納してある先頭アドレスが入っていなくてはいけません。

「DSPMSG」では，このＤＥレジスタ対をインクリメントしながらメモリ上のデータをＡレジスタにとり込み，N-BASIC内の一文字表示サブルーチン(「DSPCHR」）を利用して文字列の表示を行います。

メモリ上のデータが００Ｈ（エンドマーク）であればメインルーチンにもどります。

普通このような場合には，ポインタとしてＨＬレジスタ対を使用するのですが，ここでは丁度ＤＥレジスタ対が余っていたためにＤＥレジスタ対を使用しました。ちなみにN-BASICのメッセージ出力サブルーチン（５２ＥＤＨ番地）では，ＨＬレジスタ対がポインタとなっています。

☆Ｉブロック

この，「サーチメモリ・プログラム」では，２種類のメッセージをデータとして用意しています。

一つは，キーワードを入力する時にキーボードからの入力をうながすために表示するプロンプト・メッセージで，改行するための，

　　０ＤＨ　（キャリッジリターン・コード）
　　０ＡＨ　（ラインフィード・コード）

の後に，

　　code　－

のキャラクタコード，さらにメッセージの末尾である事を示す

　　００Ｈ　（メッセージ・エンドマーク）

で構成されています。０ＤＨおよび０ＡＨについてはN-BASICによって決められているものですが，他の機種でも同じように，０ＤＨと０ＡＨを表示する事によって改行を行う機種（インタプリタ）が多い様です。ただし，一部の機種では０ＤＨのみで改行するもの等，例外もありますので，

その辺の詳細は各機種のキャラクタコード表（機能コード表）などを調べてみてください。

また00Hをメッセージ・エンドマークとして使う事に関しては，本プログラムのメッセージ表示サブルーチンの仕様がそうなっているために00Hを使用しているだけで，深い意味はありません。たとえば，FFHをエンドマークとして使いたければ，メッセージ表示サブルーチン（「DSPMSG」とラベルの付いているサブルーチン）を変更すれば良いのです。

しかし，このエンドマークもほとんどの機種(インタプリタ等）で00Hを使っている様です（N-BASICも00Hを使用)。

二つめのメッセージデータは，キーワードを入力する際の入力ミスで「DEL」または「CTRL+H」のキーを押した場合に，カーソルの前のキャラクタを一文字消去するためのデータです。

データは，1DH，20H，1DHおよびエンドマーク（00H）の4バイトから構成されていますが，この20Hは，御存知のようにスペース(空白)のコード，そして1DHはカーソルを左に動かす（LEFT ARROW）ためのコードです。

つまり，始めの1DH（LEFT ARROW)でカーソルを1キャラクタ分左へもどし，20Hのスペース（空白）を表示して元のキャラクタを消去し，スペース（空白）を表示したために右に移動したカーソルを，再度1DH(LEFT ARROW)によってもどす事によって，バックスペース(BACK SPACE）を実現するのです(第103図)。

〈第103図〉バックスペースの実現

☆Jブロック

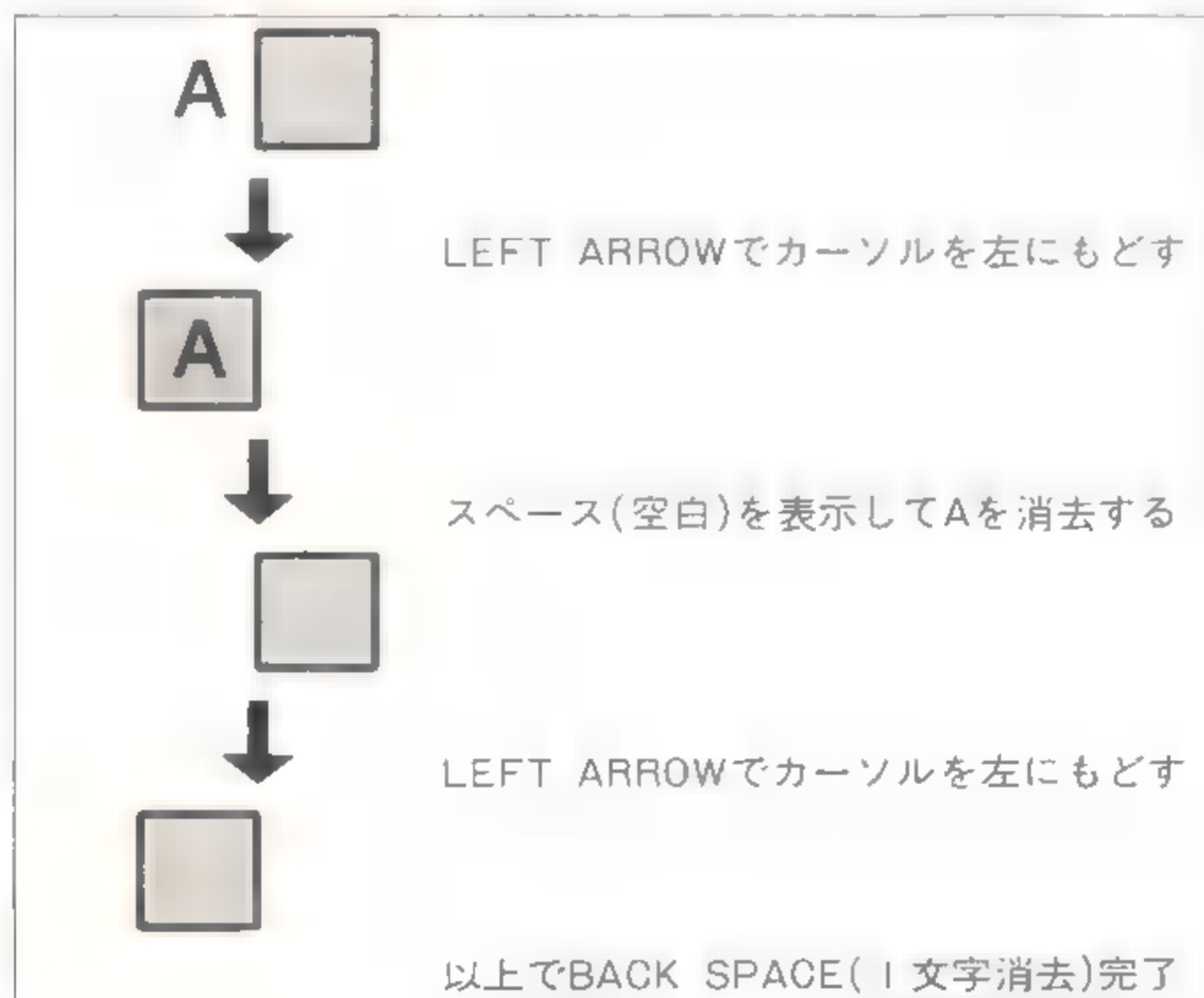
キーワードを格納しておくためのキーワードテーブルは，プログラム末から用意しました。

移植について

紹介した，メモリサーチ・プログラムはPC－8801用機械語開発応用ツールによって開発を行いました。

つまり，PC－8801（N88－BASIC）用のサーチプログラムをつくっておいてからPC－8001（N－BASIC）用に移植を行ったわけです。もっとも変更点は，各BASICのROM内をコールしている2個所のアドレスのみでしたから，アセンブラのシンボル定義擬似命令（EQU）を2個所変更しただけです。

以上の点からも，前述した様に他機種への移植性を重視して組んだサーチメモリ・プログラムの移植性の良さを理解していただけると思います。

PC－8001以外の機種をお持ちの皆さん。ぜひ御自分の機種でサーチメモリ・プログラムを走らせてみてください。意外と簡単なのでおどろかれる事と思います。

▲NEC PC－8801mkII

第25章 マイクロ・ワード・プロセッサⅠ

第3ブロック最後の題材は，256バイトに収まる英文ワード・プロセッサです。

ワード・プロセッサを取り上げた理由は，コマンド解析の非常に良い実例だと考えたからで，コマンド解析を伴なうプログラムであれば別にワード・プロセッサである必要はありませんでした。

ワード・プロセッサという一つのシステムが，如何にしてコマンドを解釈し，如何にして実行して行くか。そのようなことに興味を持っていただければ幸いです。

プログラムの仕様

このマイクロ・ワード・プロセッサは，256バイトに収まる非常に小さなプログラムですが，

〈第104図〉マイクロ・ワード・プロセッサ印字例

```
   <<< VERY TINY WORD PROCESSER SPECIFICATIONS >>>


      program area        :       from c100h to c1ffh
      buffer for edit     :       from c200h to dbffh

      operation           :       screen edit
      line number         :       from a to z, or from A to Z

      title message       :       word processing system here.
      prompt message      :       here.
      error message       :       ring the bell only


    << COMMANDS >>

      list                :       display text
      print               :       output text to printer
      new                 :       clear text all
      system              :       exit from word processing system


    << ATTENTION >>

      this specifications printed with this program!
      have a nice day!!
```

必要最小限度の機能だけは持ち合わせています。

第104図に本プログラム自身によってPC－8822（プリンタ）から打ち出した，仕様書（SPECIFICATIONS）を示します。このSPECIFICATIONSに添って，マイクロ・ワード・プロセッサの仕様を追って行きましょう。

◎メモリ・ロケーション

まず最初にプログラム・エリアですが，プログラム本体はC100H～C1FFH番地に置くことにしました。とくに今回のプログラムでは，256バイトの範囲内でどれだけのものができるかに挑戦する意味を持たせたかったため，絶対に256バイトを越えないようにプログラミングしました。

テキストを格納するためのデータ・バッファは，プログラム末すなわちC200H番地から256バイト×26行分を確保しました（第105図）。必然的に，テキストの1行はエンドマークを含めて256バイト以内でなければなりません。

◎エディタ

また，エディタの方式には，大別してポインタ・エディタとスクリーン・エディタがありますが，ここではパーソナル・コンピュータの普及と共に一般的になったスクリーン・エディット方式を採用しました。スクリーン・エディタをプログラムで実現するのは，非常に面倒であるため，N－BASICのシステム・サブルーチンを活用することにしましょう。

スクリーン・エディタには行番号が必要です。行番号には10進数値を使うのが一般的ですが，数値データを扱うには手間がかかりプログラムが長くなる恐れがあるため，アルファベットのAからZまで26文字を行番号にしました。また，この行番号は英大文字でも英小文字でも良いことにします。

行番号とテキストの間には，普通スペース（空白）等をはさみますので，ここでは1個のコロンをはさむことにしました。

〈第105図〉テキスト・バッファのアドレス

番号	テキスト・バッファ
行 A	C200H番地～C2FFH番地
行 B	C300H番地～C3FFH番地
行 C	C400H番地～C4FFH番地
行 D	C500H番地～C5FFH番地
行 E	C600H番地～C6FFH番地
行 F	C700H番地～C7FFH番地
行 G	C800H番地～C8FFH番地
行 H	C900H番地～C9FFH番地
行 I	CA00H番地～CAFFH番地
行 J	CB00H番地～CBFFH番地
行 K	CC00H番地～CCFFH番地
行 L	CD00H番地～CDFFH番地
行 M	CE00H番地～CEFFH番地
行 N	CF00H番地～CFFFH番地
行 O	D000H番地～D0FFH番地
行 P	D100H番地～D1FFH番地
行 Q	D200H番地～D2FFH番地
行 R	D300H番地～D3FFH番地
行 S	D400H番地～D4FFH番地
行 T	D500H番地～D5FFH番地
行 U	D600H番地～D6FFH番地
行 V	D700H番地～D7FFH番地
行 W	D800H番地～D8FFH番地
行 X	D900H番地～D9FFH番地
行 Y	DA00H番地～DAFFH番地
行 Z	DB00H番地～DBFFH番地

◎メッセージ

第一のメッセージは，プログラムの起動時に一度だけ表示されるタイトル・メッセージです。

ここでは，マイクロ・ワード・プロセッサが起動したことを示すために，

word processing system here.

と，たいそうな自己主張をさせています。

第二のメッセージは，入力をうながすためのプロンプト・メッセージすなわち，

here.

です。このプロンプト・メッセージは，N－BASICでは「Ok」が表示されるタイミングと同様のタイミングで表示させています。

最後のメッセージは，入力ミスが発生したとき，すなわちコマンド（オーダー）でもテキストでもないものが入力された場合に出力する，エラー・メッセージです。

〈第106図〉 マイクロ・ワード・プロセッサ（ダンプリスト）

```
C100   21 C2 C1 18 06 3E 07 DF   21 D9 C1 CD [illegible] C1 CD 7E   !....>..!......~
C110   1B 38 FB 23 7E CB AF FE   41 38 EA FE 5B 30 E6 21   .8.#~...A8..[0.!
C120   E2 C1 06 04 11 96 EC 1A   CB AF BE 20 07 A7 28 28   ........... ..((
C130   23 13 18 F3 34 35 28 03   23 18 F9 23 23 23 10 E4   #...45(.#..###..
C140   11 96 EC 1A 13 08 1A 13   FE 3A 20 B9 08 CD B1 C1   ..........: .....
C150   EB 01 FF 00 ED B0 18 B6   23 5E 23 56 EB E9 21 00   ........#^#V..!.
C160   C2 AF 06 1A 77 24 10 FC   18 9E 3E 01 32 49 EB 3E   ....w.....>.2I.>
C170   61 CD A2 C1 47 CD F1 0C   38 8E 78 3C FE 7B 20 F1   a...G...8.x<.{ .
C180   AF 32 49 EB 18 82 3E 61   CD 9C C1 47 CD F1 0C DA   .2I...>a...G....
C190   08 C1 78 3C FE 7B 20 F0   C3 08 C1 C9 DF F5 3E 3A   ..x<.{ .......>:
C1A0   DF F1 F5 CD B1 C1 CD BB   C1 21 DF C1 CD BB C1 F1   .........!......
C1B0   C9 CB AF D6 41 21 00 C2   84 67 C9 7E A7 C8 DF 23   ....A!...g.~...#
C1C0   18 F9 77 6F 72 64 20 70   72 6F 63 65 73 73 69 6E   ..word processin
C1D0   67 20 73 79 73 74 65 6D   20 68 65 72 65 2E FC 0D   g system here...
C1E0   0A 00 4C 49 53 54 00 86   C1 50 52 49 4E 54 00 6A   ..LIST...PRINT.j
C1F0   C1 4E 45 57 00 5E C1 53   59 53 54 45 4D 00 9B C1   .NEW.^.SYSTEM...
```

本プログラムでは，ＣＲＴ画面にベル・コード（０７Ｈ)を出力することによって，一定時間内蔵ブザーを鳴動させています。

◎オーダー（コマンド）

マイクロ・ワード・プロセッサは，つぎに示す４種のコマンドを使用することができます。

１．ＬＩＳＴ	（テキスト表示）
２．ＰＲＩＮＴ	（テキスト印字）
３．ＮＥＷ	（全テキスト消去）
４．ＳＹＳＴＥＭ	（作業終了）

ただし，これらマイクロ・ワード・プロセッサのコマンドをＮ－ＢＡＳＩＣ等のコマンドやステートメントと区別するため，本文中の説明ではコマンドと呼ばずにオーダーと呼んでいます。コマンドもオーダーも日本語に訳せば，同じ命令の意味を持ちます。

なお，オーダーは英大文字，英小文字の区別なく受け付けます。

プログラムの実行方法

プログラムを実際に打ち込んで実行したい方のために，マイクロ・ワード・プロセッサの実行用ダンプリストを示します（第106図)。Ｃ１００Ｈ番地からＣ１ＦＦＨ番地までを入力ミスのないように打ち込んでください。プログラムはサブルーチン形式でリターン命令（ＲＥＴ）で終結しているため，実行に際しては，Ｎ－ＢＡＳＩＣのＵＳＲ関数を利用します。

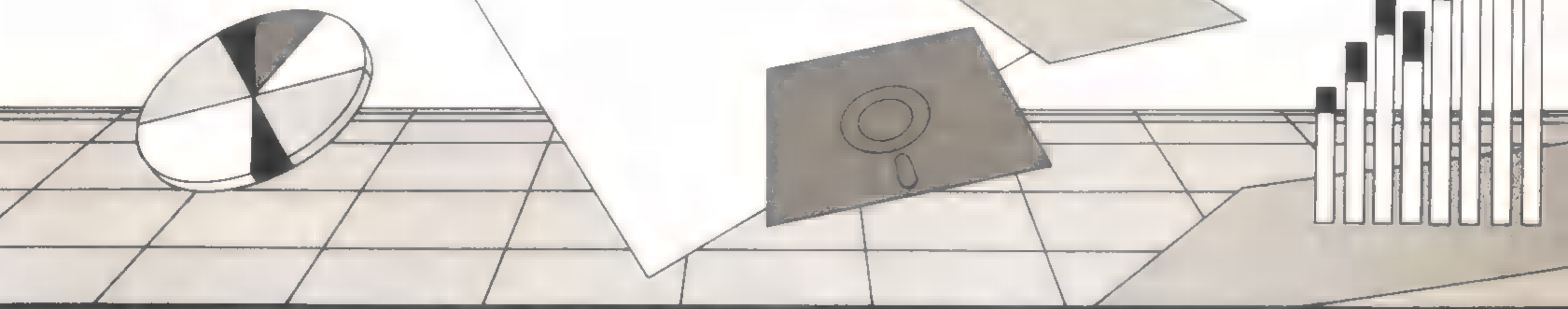
実際には，次のように操作すれば良いでしょう。

ＤＥＦ　ＵＳＲ＝＆ＨＣ１００

Ａ＝ＵＳＲ（Ａ）

また，プログラムを実行してもテキストは消去されないため，テキスト・バッファ（Ｃ２００Ｈ～ＤＢＦＦＨ番地）上に残っている不特定なデータがテキストとして扱われてしまいます。したがって，最初にＮＥＷオーダーを実行し，手動による全テキストの消去を行うことをお勧めします。

◀新入力方式の日本語ワードプロセッサ「ＰＣＷＯＲＤ-Ｍ」

第26章 マイクロ・ワード・プロセッサII

プログラムの説明

前章の仕様に添ってつくったマイクロ・ワード・プロセッサのアセンブル・リスト第108図を追って行きましょう。

なお，アセンブル・リストの説明は，便宜上AブロックからMブロックまで，13のブロックに分割して行います。

◎Aブロック

本プログラムでは，3種類のN−BASICシステム・サブルーチンすなわち「OUTCHR」「CHKSTP」「SCREDT」を使用しており，2箇所のシステム・ワーク・エリア「OUTFLG」「INBUFF」を利用しています。

「OUTCHR」のラベルを付けたシステムサブルーチンは，0018番地からのサブルーチンで，Aレジスタのキャラクタ・コードに基づいたキャラクタを各周辺機器に出力するためのサブルーチンです。

この「OUTCHR」は，通常はCRT画面へ任意のキャラクタを表示するための1文字表示サブルーチンとして利用しますが，ここではワークエリア中のEB49番地「OUTFLG」の内容を01Hに変更することによって，プリンタへの1文字出力サブルーチンとしても使用しています。プリンタへの出力を終えた時点で，EB49H番地「OUTFLG」の内容は，再び00Hにもどしておきます。

また，このサブルーチンのもう一つの特徴は，サブルーチン・コール命令（CALL）のかわりにリスタート命令(RST）を用いて呼び出すことができる点です。つまり，コール命令を用いて，

　　CALL　0018H

とするかわりにリスタート命令を用いて，

　　RST　18H

とすることができるわけです。

（実際には18Hのかわりにラベル「OUTCHR」を使用しています）

前者（コール命令）は3バイト命令，後者（リスタート命令）は1バイト命令ですから，この手法は省メモリのためにも役立っています。

また，ワード・プロセッサのLISTまたはPRINTオーダーによるテキストの表示，または印字を中断するためには，STOPキーを押下するように決めてありますが，このときSTOPキーが押されているか否かを調べる（スキャンする）ために，0CF1H番地のシステム・サブルーチンに「CHKSTP」というラベルを付けて使用しています。

このサブルーチン「CHKSTP」では，STOPキーの入力が認められればキャリ・フラグ(CY)を1にセットしてもどり，そうでなければキャリ・フラグを0にリセットしてもどります。

最後に紹介するシステム・サブルーチンは，本

プログラムをつくる上で最も重要だといっても過言ではないサブルーチン，すなわち1B7EH番地のスクリーン・エディタ「SCREDT」です。

「SCREDT」は，スクリーン・エディット方式によってキーボードから1行分のデータを入力して，EC96H番地「INBUFF」から用意されているN-BASICのインプット・バッファに格納してもどります。ただし，入力データは254バイトまでが有効で，それを越えて入力した場合には先頭からの254バイトが入力データと見なされます。

データの入力は，RETURN(CTRL+M) キーまたはSTOP (CTRL+C) キーの入力によって終了しますが，STOP (CTRL+C) キーによる終了時にはキャリー・フラグ(CY)を1にセットします。

このサブルーチン「SCREDT」からのリターン時にはHLレジスタ対にEC95H(INBUFF−1)が与えられます。

◎Bブロック

プログラムの先頭ではタイトル

word processing system

を表示します。

通常の場合には，さらにプロンプト・メッセージ

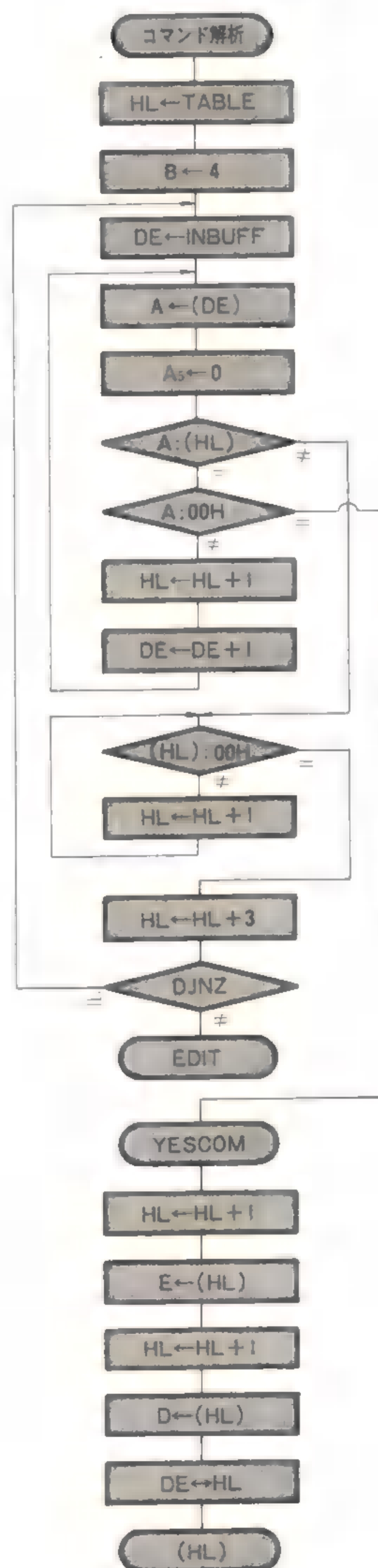
here.

を表示してスクリーン・エディトを行いますが，ワード・プロセッサの中でエラーが発生し，「ERROR」にジャンプしてきた場合には，コード07Hを出力することによって内蔵ブザーを鳴らしてからプロンプト・メッセージの表示に移ります。

システム・サブルーチン「SCREDT」からもどった時点で最初にキャリー・フラグを調べます。ここでもしキャリー・フラグ（CY）が1にセットされている場合にはSTOPキーが押下されたわけですから，入力は無効となり，再度スクリーン・エディトを行います。

つぎに，入力データの先頭のキャラクタがアルファベットであるか否かを調べ，そうでなければ入力エラーの発生と判断してエラー処理「ERROR」にジャンプします。

さらに，入力データがオーダー（コマンド）であるか否かを判断します。このコマンド解析が本プログラム中で最も重要でかつ複雑な部分でもありますし，文章での説明ではわかりにくいと思いますので，フローチャート（第107図）を示します。

《第107図》コマンド解析と各コマンド処理への分岐

コマンド解析により，入力データがオーダー(コマンド）であると判断した場合には「YESCOM」にジャンプして各コマンドの処理アドレスに分岐しますが，そうでない場合にはつぎの「EDIT」に入ります。

ここ「EDIT」は，スクリーン・エディタからの入力データがオーダーでない場合，すなわち行番号を伴うテキスト・データである場合の処理を一手に行う部分です。

マイクロ・ワード・プロセッサでは行番号の直後には必ずコロンを付けることになっていますから，入力データの2文字目がコロンでなければエラー発生「ERROR」です。

エラーでなければ，ブロック転送によって入力データを適切なテキスト・バッファに格納します。

◎Cブロック

Cブロック「NEW」は，ラインAからラインZまで，26行のテキストをすべて消去するための，NEWオーダーが入力された場合にジャンプしてくる処理ルーチンです。

具体的には，C200H番地から始まるテキスト・バッファの，ラインAからラインZまですべての行に対応する先頭のアドレスに，終了マークである00Hを書き込みます。

◎Dブロック

Dブロック「PRINT」は，PRINTオーダーの処理を行うためのブロックです。

最初に，「OUTFLG」に01Hをセットして出力機器をプリンタに変更し，指定行番号をAからZまで変化させながら「PRNLIN」を呼び出すことによってすべてのテキストを出力し，再び出力機器をCRTにもどします。

1行分を出力するごとに「CHKSTP」を利用してSTOPキーの押下チェックを行っており，STOPキーが押された場合には即メイン・ルーチンにもどります。

◎Eブロック

Eブロック「LIST」は，LISTオーダーの処理を行うためのブロックです。

処理自体は，出力機器をプリンタに切換えない点以外は，Dブロックと同様です。

◎Fブロック

SYSTEMオーダーが入力されると，Fブロック「SYSTEM」にジャンプしてきます。

処理自体は，リターン命令（RET）を実行することによって，ワード・プロセッサがサブルーチンとして呼び出された何らかのプログラム（通常はN－BASICインタプリタ）にもどるだけです。

◎Gブロック

このブロック「LSTLIN」は，LISTオーダー処理のEブロックから呼び出され，テキストの1行を，a～zの行番号を付けてCRT画面上に表示するためのサブルーチンです。

具体的には，Aレジスタにキャラクタ・コードで与えられたa～zの行番号をCRT画面に出力後，つづけてコロンも出力し，テキストの実際の内容を表示するため，つづくHブロックに移ります。

◎Hブロック

このブロック「PRNLIN」は，PRINTオーダー処理のDブロックから呼び出され，テキストの1行を行番号を付けずにプリンタへ出力するためのサブルーチンで，おなじ内容をCRT画面へ表示する際にも使用します。

◎Iブロック

Iブロック「CALADR」は，A～Zまたはa～zのライン番号（行番号）から，各番号に対応するテキスト・バッファの先頭アドレスを計算するためのサブルーチンです。

行番号は，AレジスタにA～Zまたはa～zのキャラクタ・コードで与えますが，サブルーチン中で英大文字に変換されるため英大文字でも英小文字でもどちらでも良く，計算したアドレスはHLレジスタ対に格納してメイン・ルーチンへもどります。

◎Jブロック

「DSPMSG」とラベルを付けたメッセージ表示サブルーチンでは，文字列（メッセージ）をCRT画面に表示，またはプリンタに印字します。

このサブルーチンを呼び出す場合には，HLレジスタ対にメッセージ・データの格納してある先頭アドレスが入っていなければなりません。

「DSPMSG」では，このHLレジスタ対をインクリメントしながらメモリ上のデータをAレジスタに取り込み，N－BASIC内のシステム・サブルーチン「OUTCHR」を利用して文字列の出力を行います。したがって，出力するデバイス（周辺機器）がCRTであるかプリンタであるかは，メイン・ルーチンからEB49H番地「OUTFLG」の内容を変更することで指定する事ができます。

メモリ上のデータが00H（エンド・マーク）であればメイン・ルーチンへもどります。

◎Kブロック

このプログラムでは3種類のメッセージをデータとして用意しています。

第一は，プログラムの起動時に一度だけ表示する

word processing system

のタイトル・メッセージ「TITLE」ですが，このメッセージの末尾にはエンド・マーク（00H）を付加していないため，タイトルを表示する場合にはつぎのプロンプト・メッセージも続けて表示されます。

第二は，オーダーまたはテキストの入力を促すためのプロンプト・メッセージすなわち，

here.

の末尾に，コードFCHを加え，さらに改行を行うための0DH(キャリッジ・リターン・コード)および0AH(ライン・フィード・コード)，そして00H（エンド・マーク）を加えたメッセージ・データ「PROMPT」です。

ここで，プロンプト・メッセージの直後に置かれるFCHのコードはN－BASIC独特のものです。

スクリーン・エディトのシステム・サブルーチンが有している，STOP（CTRL＋C）キーまたはRETURN（CTRL＋M）キーによってカーソルが次行に移るような場合，その行中に表示されているメッセージの末尾にFCHが付加されていれば，スクリーン・エディットの障害にならないように自動的に消去される機能を利用するために，FCHを加えてあります。

通常，このFCHのコードを画面上などで見ることはできませんが，HAL研究所製のPCG－8100などを御利用の皆さんは，N－BASICのプロンプト・メッセージ「Ok」の直後に不特定パターンが表示されていることを御存じだと思います。実はあの不特定パターンがFCHのコードなのです。

最後のメッセージは，改行を行うための0DH（キャリッジ・リターン・コード）と0AH（ライン・フィード・コード）に00H（エンド・マーク）を加えた「CRLF」です。

しかし，このプログラムではプロンプト・メッセージ「PROMPT」の末尾に同様の改行用データを伴っているため，一つの改行用データを両者で共有しています。

したがって，実際には，用意した一連のメッセージ・データを途中から使用することによって3種類のメッセージに使いわけていることがわかります。

◎Lブロック

ワード・プロセッサの用意する4種のオーダー，すなわちLIST，PRINT，NEW，SYSTEMのキーワード自身，およびそれぞれのキーワードに対する実際の処理アドレスを保存するデータ・テーブルです。

◎Mブロック

プログラム末のC200H番地からDBFFH番地までは，ワード・プロセッサのテキストを格納するためのデータ・バッファとして使用します。

ラインAからラインZの各行に対応するテキスト・バッファのアドレスに関しては，前章第105図を御参照ください。

まとめ：あとがきにかえて

本章をもって，Ｚ８０のすべての命令の紹介を終了いたしました。

私にとっても非常に長い道程でしたが，読者の皆さんにとってはそれ以上に長い道程であったであろうと思います。御愛読ありがとうございました。

さて，マシン語に限らず，コンピュータを学ぶ上で最も重要なことは「いかにコーディングを行うか」ではなくて「いかにアルゴリズムを組み立てるか」であり，まして「いかに多くの命令を覚えるのか」では絶対にありません。

そして，このアルゴリズムを組み立てる能力と組み立てたアルゴリズムを命令の組み合せに置き換える能力は，実際にプログラミングを手がけることによってのみ向上すると私は思います。

皆さんが，本書で学んだ基礎知識やプログラム例を軸として，より高度な段階に進まれることを願って止みません。

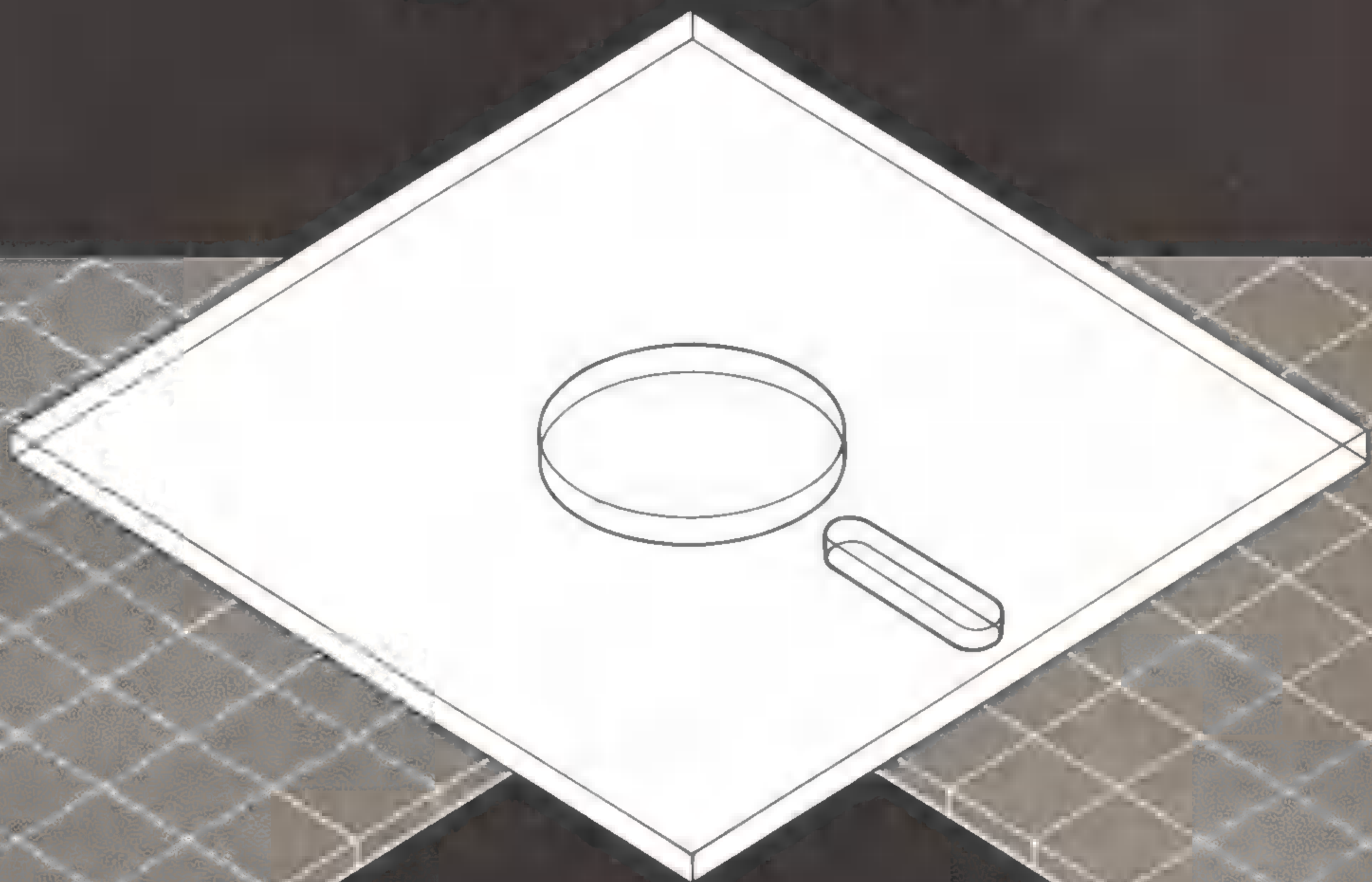
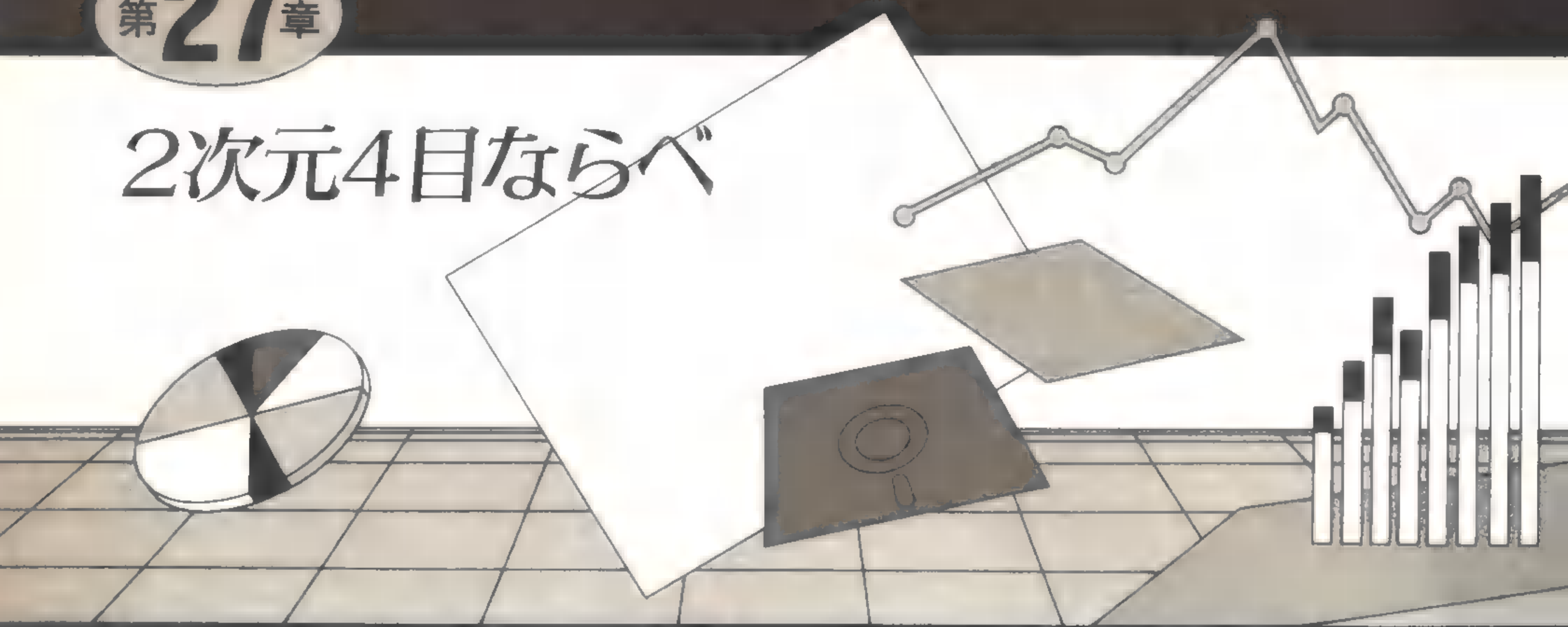
《第108図》マイクロ・ワード・プロセッサ（アセンブルリスト）

```
                    ;
《Aブロック》       ; PC-8001 VERY TINY WORD PROCESSER
                    ; Copyright 1982 (C) by KIYOSHI KAWAMURA
                    ;                        in FORESIGHT PLANNING SECTION
                    ;
0018                OUTCHR:EQU   0018H
0CF1                CHKSTP:EQU   0CF1H
1B7E                SCREDT:EQU   1B7EH
EB49                OUTFLG:EQU   0EB49H
EC96                INBUFF:EQU   0EC96H
                    ;
《Bブロック》              ORG   0C100H
                    ;
C100 21C2C1                LD    HL,TITLE
C103 1806                  JR    DSPLAY
                    ;
C105 3E07           ERROR: LD    A,07H
C107 DF                    RST   OUTCHR
                    ;
C108 21D9C1         START0:LD    HL,PROMPT
C10B CDBBC1         DSPLAY:CALL  DSPMSG
                    ;
C10E CD7E1B         START: CALL  SCREDT          ; screen editor
C111 38FB                  JR    C,START
C113 23                    INC   HL
C114 7E                    LD    A,(HL)
C115 CBAF                  RES   5,A             ; convert into capital letter
C117 FE41                  CP    'A'
C119 38EA                  JR    C,ERROR
C11B FE5B                  CP    'Z'+1
C11D 30E6                  JR    NC,ERROR
                    ;
C11F 21E2C1                LD    HL,TABLE        ; top address of command table
C122 0604                  LD    B,4             ; set number of command
C124 1196EC         START1:LD    DE,INBUFF       ; input buffer of n-basic
C127 1A             START2:LD    A,(DE)
C128 CBAF                  RES   5,A             ; convert into capital letter
C12A BE                    CP    (HL)
C12B 2007                  JR    NZ,START3
C12D A7                    AND   A
C12E 2828                  JR    Z,YESCOM
C130 23                    INC   HL
C131 13                    INC   DE
C132 18F3                  JR    START2
                    ;
C134 34             START3:INC   (HL)
C135 35                    DEC   (HL)
C136 2803                  JR    Z,START4
C138 23                    INC   HL
C139 18F9                  JR    START3
                    ;
```

```
C13B 23        START4:INC  HL
C13C 23               INC  HL
C13D 23               INC  HL
C13E 10E4             DJNZ START1
               ;
C140 1196EC    EDIT:  LD   DE,INBUFF          ; input buffer of n-basic
C143 1A               LD   A,(DE)
C144 13               INC  DE
C145 08               EX   AF,AF'
C146 1A               LD   A,(DE)
C147 13               INC  DE
C148 FE3A             CP   ':'
C14A 20B9             JR   NZ,ERROR
C14C 08               EX   AF,AF'
C14D CDB1C1           CALL CALADR             ; calculate top address of buffer
C150 EB               EX   DE,HL
C151 01FF00           LD   BC,0FFH
C154 EDB0             LDIR
C156 18B6             JR   START
               ;
C158 23        YESCOM:INC  HL                 ;
C159 5E               LD   E,(HL)             ;
C15A 23               INC  HL                 ; get command address
C15B 56               LD   D,(HL)             ;   and jump to each command
C15C EB               EX   DE,HL              ;
C15D E9               JP   (HL)               ;
               ;
《Cブロック》    ; new command section
               ;
C15E 2100C2    NEW:   LD   HL,BUFFER
C161 AF               XOR  A
C162 061A             LD   B,'z'-'a'+1
C164 77        NEW1:  LD   (HL),A
C165 24               INC  H
C166 10FC             DJNZ NEW1
C168 189E             JR   START0
               ;
《Dブロック》    ; print command section
               ;
C16A 3E01      PRINT: LD   A,1
C16C 3249EB           LD   (OUTFLG),A         ; select printer for output
               ;
C16F 3E61             LD   A,'a'              ; set first line number in acc.
C171 CDA2C1    PRINT1:CALL PRNLIN             ; print out a line to printer
               ;
C174 47               LD   B,A
C175 CDF10C           CALL CHKSTP             ; check stop key
C178 388E             JR   C,START0           ; return to main routine if stop
C17A 78               LD   A,B
               ;
C17B 3C               INC  A                  ; increment line number in acc.
C17C FE7B             CP   'z'+1              ; check line number end
C17E 20F1             JR   NZ,PRINT1
               ;
C180 AF               XOR  A
C181 3249EB           LD   (OUTFLG),A         ; select crt for output
C184 1882             JR   START0
               ;
《Eブロック》    ; list command section
               ;
C186 3E61      LIST:  LD   A,'a'              ; set first line number
C188 CD9CC1    LIST1: CALL LSTLIN             ; display a line
               ;
C18B 47               LD   B,A
C18C CDF10C           CALL CHKSTP             ; check stop key
C18F DA08C1           JP   C,START0           ; return to main routine if stop
C192 78               LD   A,B
               ;
C193 3C               INC  A                  ; increment line number in acc.
C194 FE7B             CP   'z'+1              ; check line number end
C196 20F0             JR   NZ,LIST1
C198 C308C1           JP   START0
```

```
《Fブロック》   ;
               ; system command section
               ;
C19B C9        SYSTEM:RET                  ; return to basic
               ;
《Gブロック》   ; list one line with line number subroutine
               ;
               ;     inputs   : line number from a to z in accumulator
               ;     destroys : register h,l
               ;
C19C DF        LSTLIN:RST  OUTCHR          ; output line number
C19D F5               PUSH AF
C19E 3E3A             LD   A,':'
C1A0 DF               RST  OUTCHR
C1A1 F1               POP  AF
               ;
《Hブロック》   ; list one line without line number subroutine
               ;
               ;     inputs   : line number from a to z in accumulator
               ;     destroys : register h,l
               ;
C1A2 F5        PRNLIN:PUSH AF
C1A3 CDB1C1           CALL CALADR          ; calculate top address of buffer
C1A6 CDBBC1           CALL DSPMSG
               ;
C1A9 21DFC1           LD   HL,CRLF
C1AC CDBBC1           CALL DSPMSG
               ;
C1AF F1               POP  AF
C1B0 C9               RET
               ;
《Iブロック》   ; calculate top address of buffer subroutine
               ;
               ;     inputs   : line number from a to z in accumulator
               ;     outputs  : top address of buffer in register hl
               ;     destroys : register a,f,h,l
               ;
C1B1 CBAF      CALADR:RES  5,A
C1B3 D641             SUB  'A'
C1B5 2100C2           LD   HL,BUFFER
C1B8 84               ADD  A,H
C1B9 67               LD   H,A
C1BA C9               RET
               ;
《Jブロック》   ; display message subroutine
               ;
               ;     inputs   : top address of message in register hl
               ;     destroys : register a,f,h,l
               ;
C1BB 7E        DSPMSG:LD   A,(HL)
C1BC A7               AND  A
C1BD C8               RET  Z
C1BE DF               RST  OUTCHR          ; output a character
C1BF 23               INC  HL
C1C0 18F9             JR   DSPMSG
               ;
《Kブロック》   ; message area
               ;
C1C2 776F7264  TITLE: DEFB 'word processing system '
C1C6 2070726F
C1CA 63657373
C1CE 696E6720
C1D2 73797374
C1D6 656D20
C1D9 68657265  PROMPT:DEFB 'here.',0FCH
C1DD 2EFC
C1DF 0D0A00    CRLF:  DEFB 0DH,0AH,0
               ;
《Lブロック》   ; command table
               ;
C1E2 4C495354  TABLE: DEFB 'LIST',0
C1E6 00
C1E7 86C1             DEFW LIST
```

```
C1E9 5052494E          DEFB 'PRINT',0
C1ED 5400
C1EF 6AC1              DEFW PRINT
C1F1 4E455700          DEFB 'NEW',0
C1F5 5EC1              DEFW NEW
C1F7 53595354          DEFB 'SYSTEM',0
C1FB 454D00
C1FE 9BC1              DEFW SYSTEM
《Mブロック》       ;
                    | buffer for edit
                    ;
C200                BUFFER:END
```

第4ブロック

マシン語による2次元4目ならべ

2次元4目ならべの概要

この2次元4目ならべゲームは，6×6の盤上で行う4目ならべです。

ただし，ゲーム盤は一般的に使用されるように水平に置かれた平面ではありません。幅と高さからなる壁のように直立した平面であるため，石は任意の位置に打てるわけではなく，必ず下から順番に重ね上げて行かなければなりません。

5個以上の石が並んだり，同時に2方向以上並んだ場合でも勝ちとし，36個の石すべてを打ち終わっても勝負がつかなかった場合には後手勝ちになります。

2次元4目ならべの実行方法

プログラムは，C100H番地からD5B3H番地までのメモリ上に割り当ててありますので，マシン語モニタなどを用い，実行用のダンプ・リスト（第114図）すべてを間違いのないように入力してください。

入力の前に，

　　CLEAR　0，&HC0FF

等を打ち込んでマシン語のための領域を確保しておけば，さらに万全といえましょう。

入力が終了したところで，かならずプログラムをセーブしておきましょう。特にこの2次元4目ならべは5Kバイト以上の長大なプログラムですので，入力ミスが全くないということは考えられません。暴走して苦労して打ち込んだプログラムが消えてしまったら，もう2度と入力し直す気にはならないでしょう。

テープにセーブする場合には，マシン語モニタのWコマンドを用いて，

　　WC100，D5B3 C_R

等を行います。

また，プログラムを実行する場合には，マシン語モニタから，

　　GC100 C_R

を打ち込みます

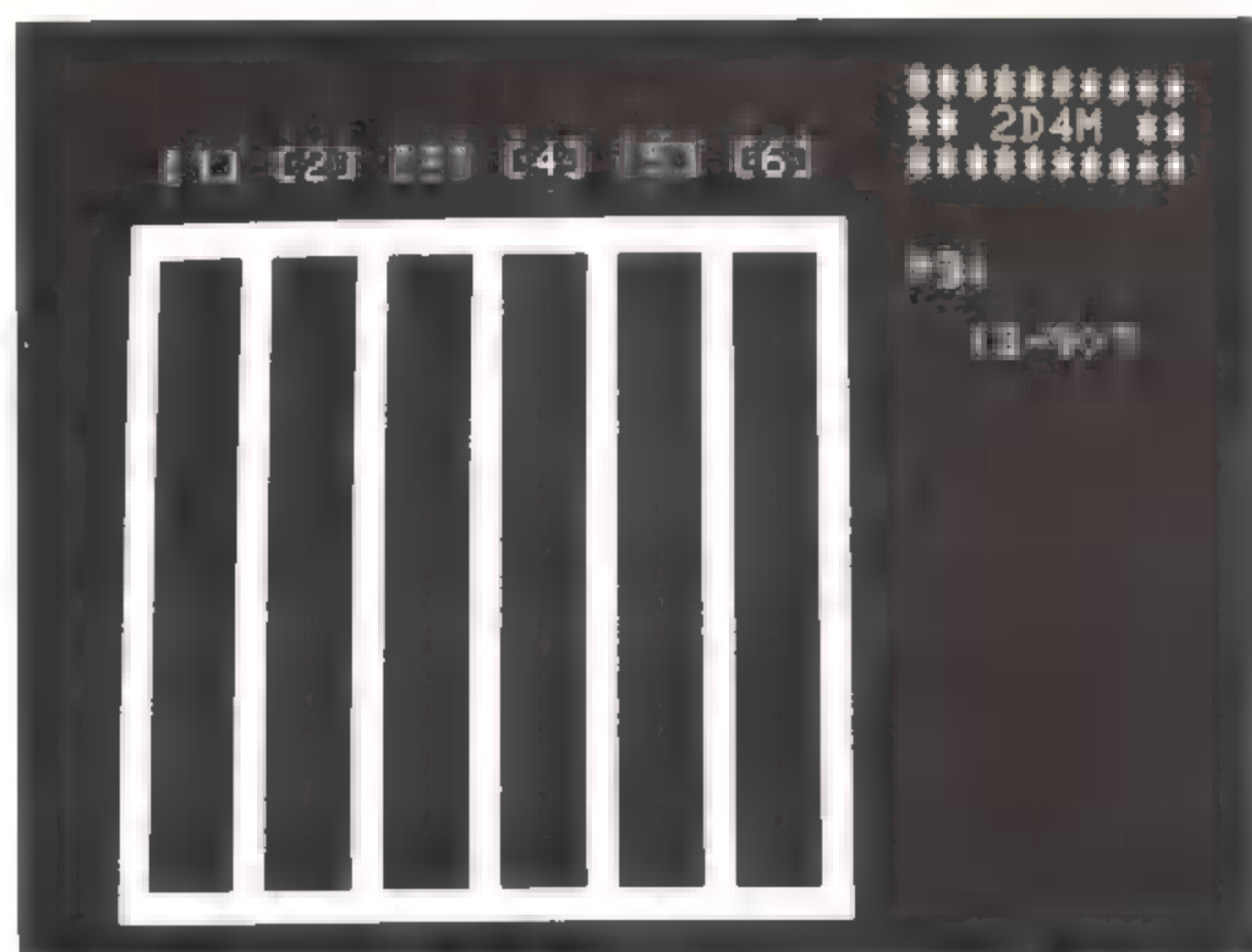
2次元4目ならべの遊び方

◎手読みの入力

プログラムをスタートさせると，6×6のゲーム盤が表示され，

　　テヨミ　（3－9）？

のプロンプト・メッセージと内蔵ブザーの音が入力を促します（写真1）。

ここでは，コンピュータに何手先まで読ませたいのかを3～9のキーを押下することで指定できます。すなわち，コンピュータ側の強さを3手読

《写真1》コンピュータの手読み入力

《写真2》対戦人数の入力

みから9手読みまでの範囲で指定することができるのですが，このプログラムでは読みの深さを増やすと処理時間が指数関数的に増大してしまいます。

この思考時間の増大に関しては，対戦相手が人間の場合には2－3分間考えていてもほとんど気にならないのですが，対戦相手がコンピュータの場合には２０～３０秒間が非常に待ち遠しく感じられます。したがって，気軽な気持で対戦を行うためには，3手読みから5手読み程度を指定するのが良いと思います。

ちなみに，私は必ず3手読みにして，お手合わせ願っております。3手読みの場合，コンピュータは0～1秒程度の思考時間で石を打ち返してきますが，それでも私は1度もコンピュータに勝ったことがありません。情けのないことですが，コンピュータの思考アルゴリズムの正しさを自ら証明しているわけですから満足している次第です。

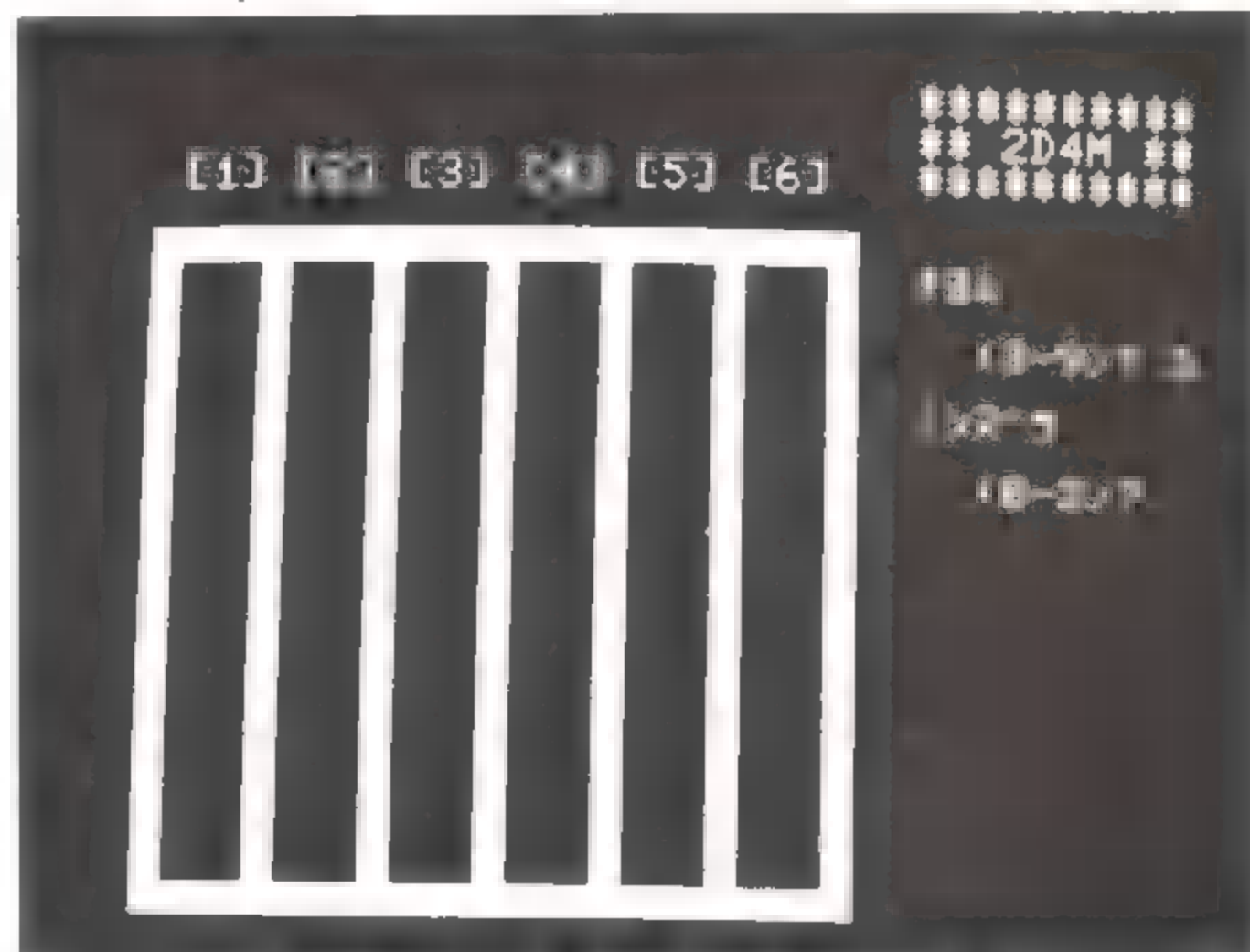
なお，読みの深さと思考時間の関係に関しては，『コンピュータ対コンピュータ対戦成績表』（第112図～第113図）をご参照ください。

◎人数の入力

つぎに，画面は **写真2** のように

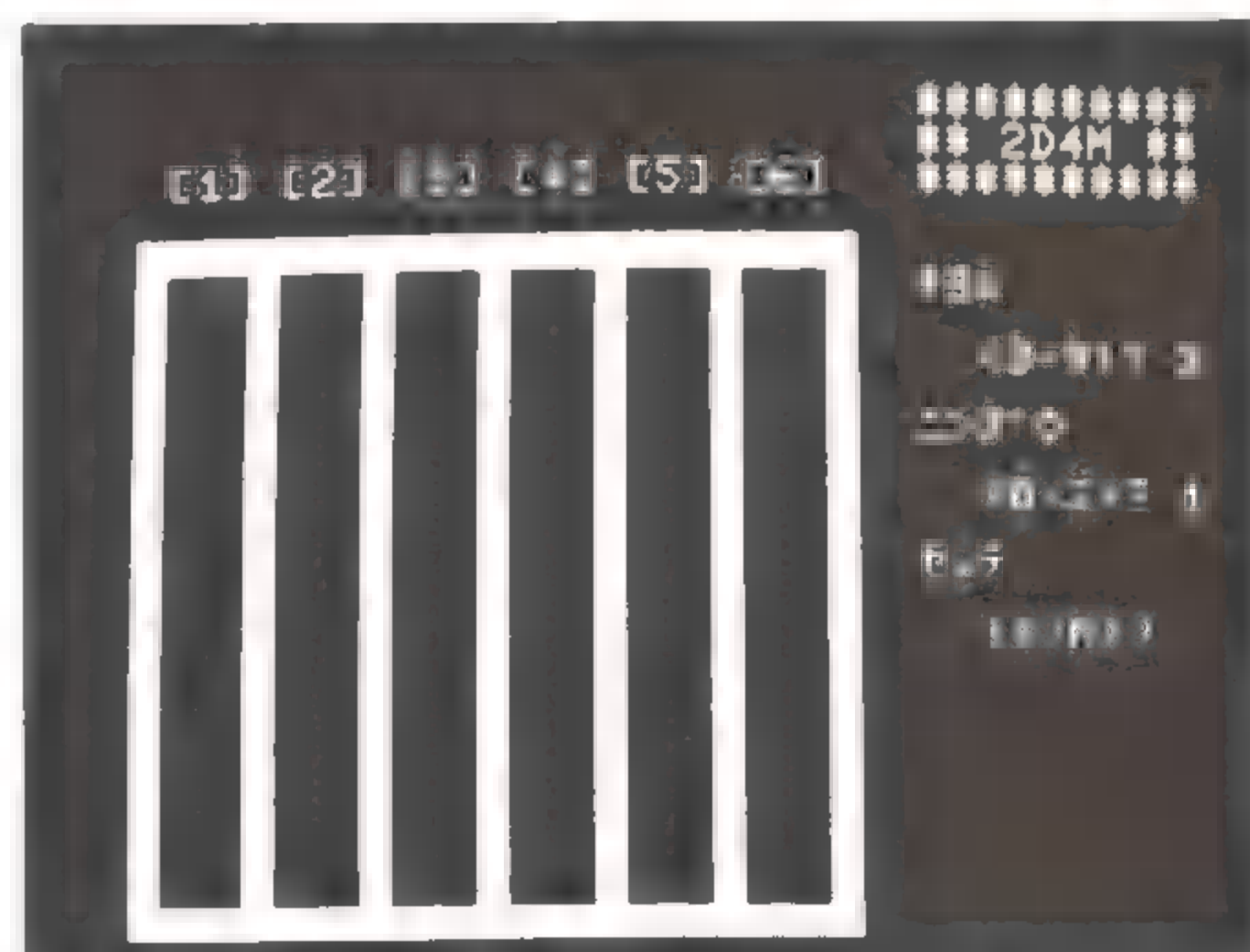
ニンズウ（0－2）？

プロンプト・メッセージを表示して，プレーヤーの人数の入力を促します。

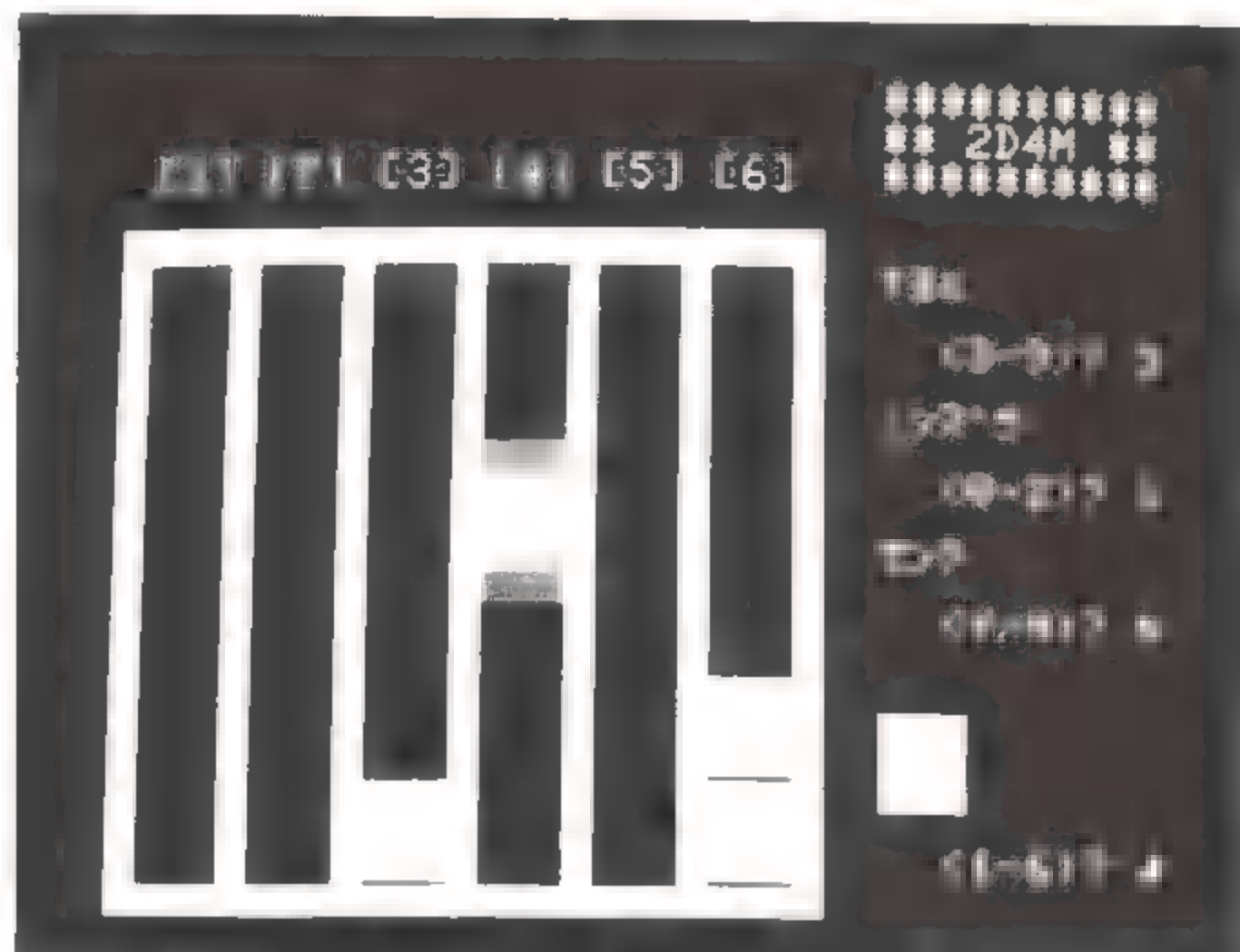
ここで，0のキーを押下した場合にはコンピュータ対コンピュータの対戦，1の場合にはコンピュータ対人間の対戦，2の場合には人間対人間の対戦となります。

◎先手／後手の入力

コンピュータ対人間の対戦を選択した場合には，さらに**写真3**のように，

センテ　（Y／N）？

のプロンプト・メッセージを表示して，人間側が先手をとるか否かをたずねてきますので，先手をとる場合にはYのキーを，後手をとる場合にはNのキーをそれぞれ押下して答えてください。

《写真3》先手／後手の入力

◎打石

打石は1～6のキーを押下することで行います。キーを押すと，画面上部の1～6の数字の直下から石の落ちて行く様子がゆっくりとアニメーション表示されます（**写真4**）。

《写真4》打石の表示

非情なコンピュータは，待ったなど絶対に許してはくれません！

思う存分，戦ってください!!

◎再ゲーム

対戦が終了して再ゲームを行う場合には，ＲＥＴＵＲＮキーを押下します。

また，入力待ちのときにＳＴＯＰキーを入力すれば，ゲームを中断することができます。

コンピュータの思考アルゴリズム

コンピュータの思考には，一般的なミニ・マックス（ＭＩＮ－ＭＡＸ）法(第109図）を採用していますが，加えて同時に必勝手順の探索も可能としており，先読みの処理で最後に置かれた石の周囲から評価値を計算しています。

評価値は，０～２５５（００Ｈ～ＦＦＨ）の値をとりますが，自分の石が4個並んだ場合には２００（Ｃ８Ｈ），相手の石が並んだ場合には1（０１Ｈ）となって，その枝の探索を打ち切り，別の枝へと探索を進めます。

この手のプログラムをつくるためには，いかにコンピュータに思考させるかというアルゴリズムを考える部分が非常に大きなウェイトを占め，組み立てたアルゴリズムを命令の組み合せに置き換える能力（プログラミング能力）は二の次だといっても過言ではありません。

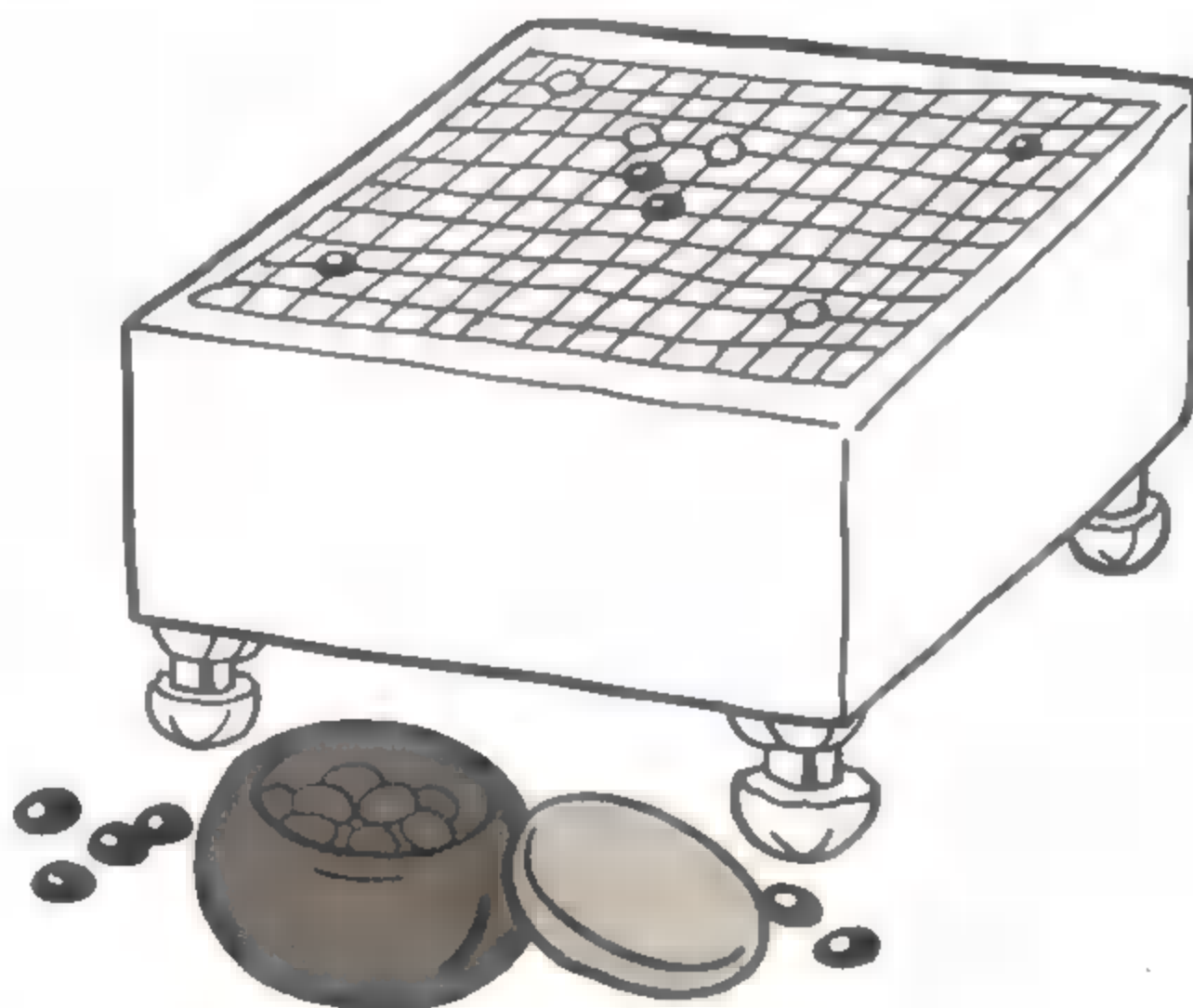
上記のようなわけで，マシン語の入門書であるはずの本書の教材に，この２次元４目ならべを選択したことを皆さんにおわびするべきかも知れません。

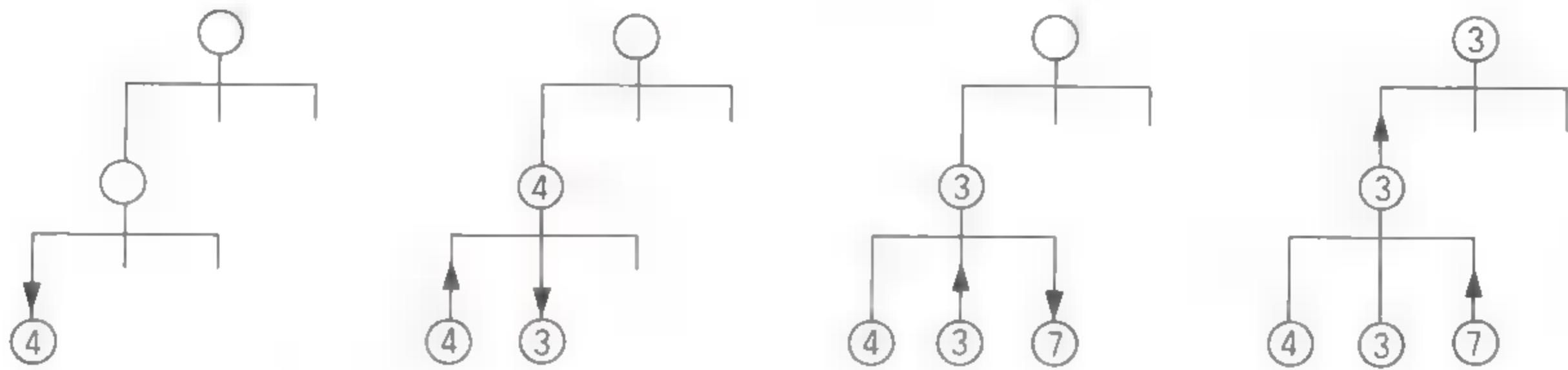
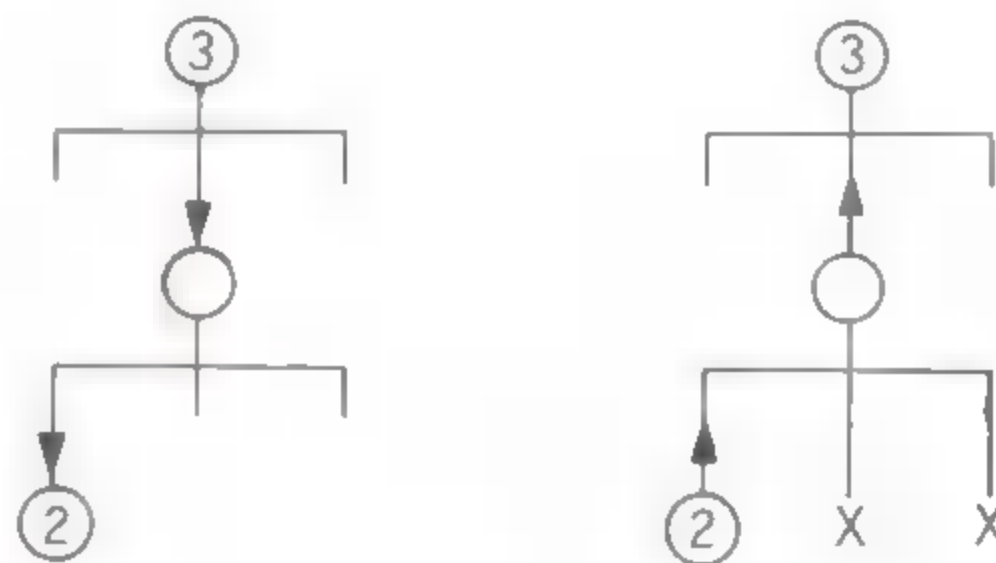
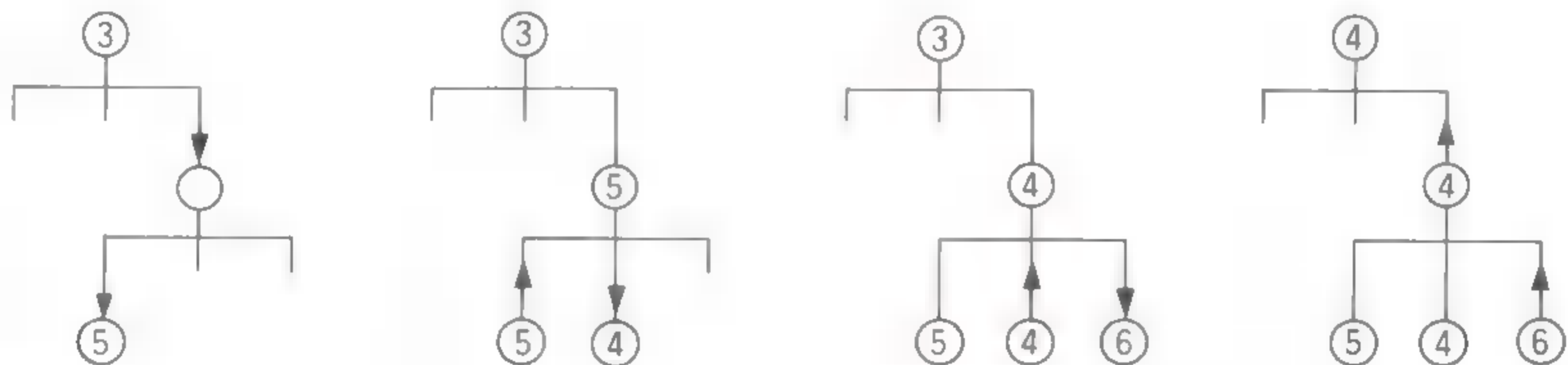
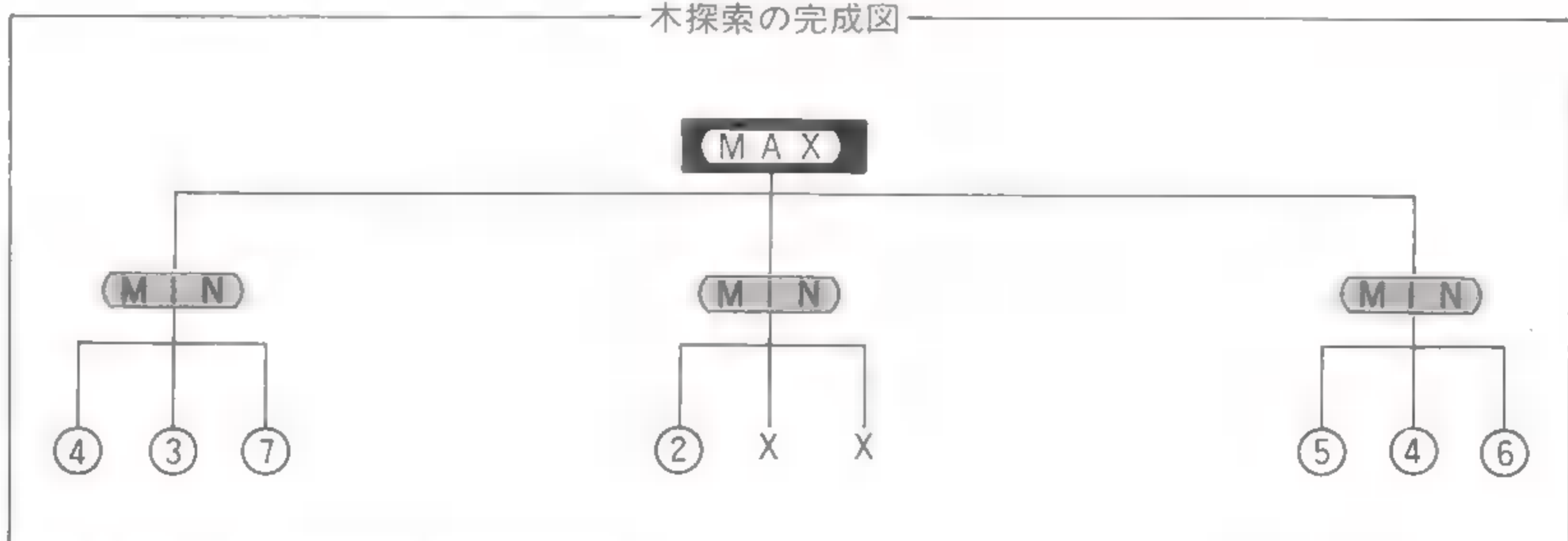
しかし，このゲームを解析することにより，マシン語の勉強と同時にプログラム作成の上で重要なアルゴリズムの組み方の参考にしていただけることと思います。また，マシン語のゲームだけやりたいという方は，それでもかまいません。このゲームで遊んでくださることにより，コンピュータの能力の一片，すなわち『思考への可能性』を感じていただけることだと確信いたします。

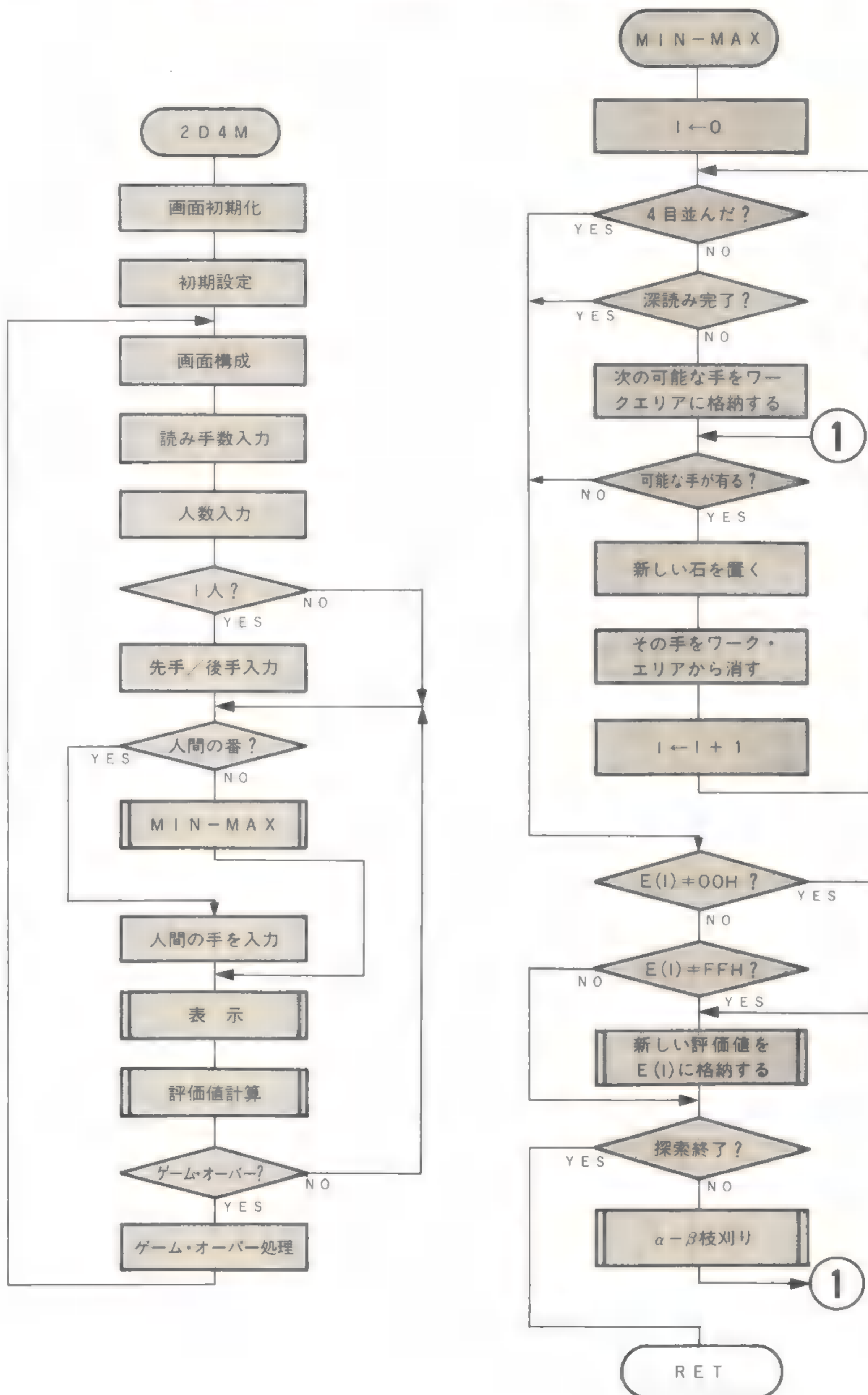
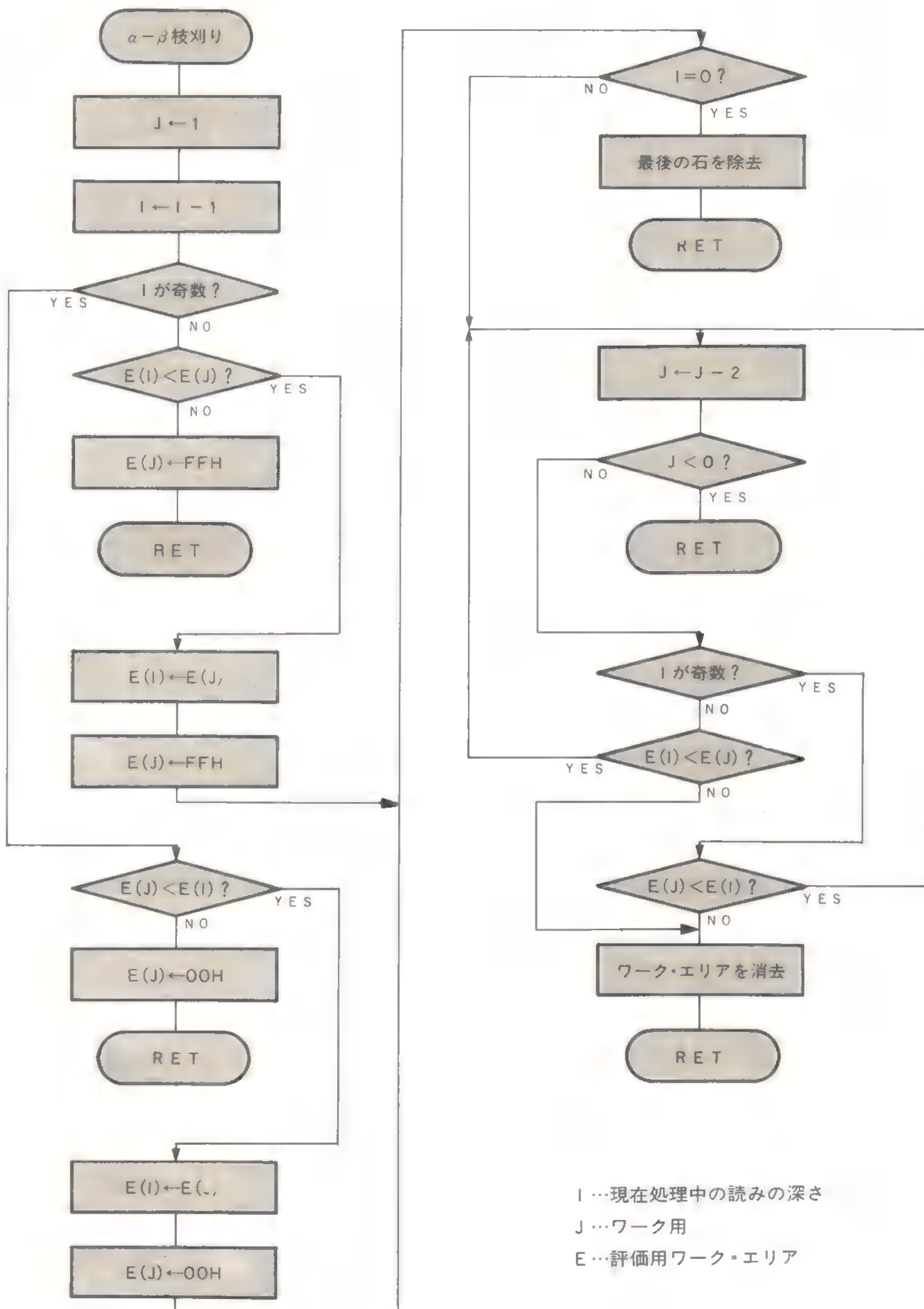
プログラムの開発

このプログラムは，はじめＦＯＲＥＳＩＧＨＴの独立コンパイラによって製作しました。このためプログラムの構造やワーク・エリアの使い方等に，多数無駄な部分が存在します。

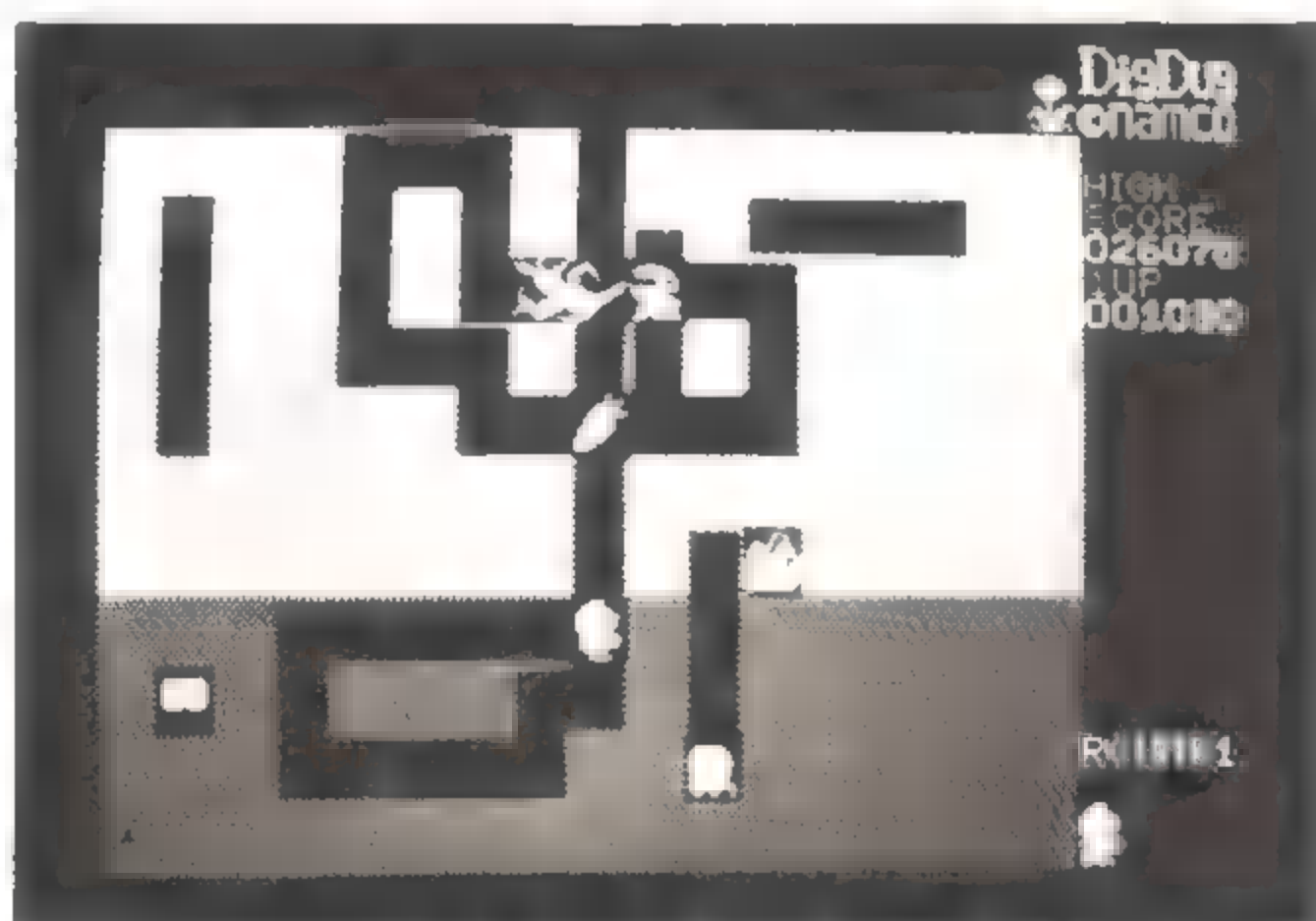
その後，より高速化，また多機能化を実現したくなったため，独立コンパイラのオブジェクト・コードから今度はアセンブラのソース・プログラムを生成し直すことになりました。

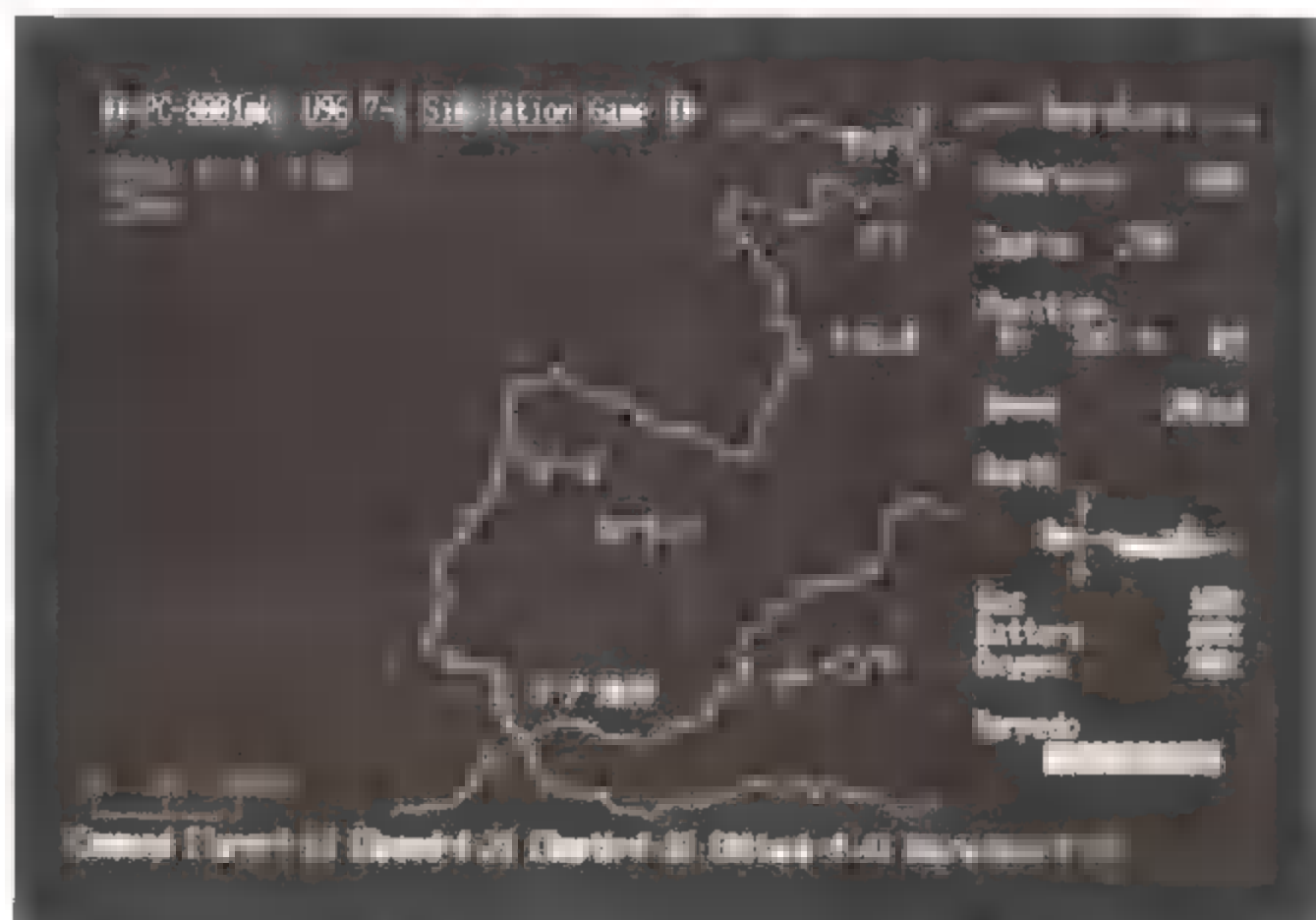
このようにして生成したアセンブラのソース・プログラムに改良をかさね，さらにアセンブラによってアセンブルし直したものが，ここに掲載させていただきました２次元４目ならべのプログラム・リストです。

《第109図》MIN-MAX評価の原理

MIN－MAX評価の基本原理

■4, 3, 7の最小値をとる.

■ここで, 2＜3であるから, 他の枝の評価が2未満でも2以上でもこの枝が選択される可能性はなく, α－β枝刈りが行われる

●5, 4, 6の最少値4と, 以前の評価値3との最大値4をとる.

《第110図》 2次元4目ならべ・ゼネラルフローチャート

α－β枝刈り
J←1
I←I－1
Iが奇数？
YES
NO
E(I)<E(J)？
YES
NO
E(J)←FFH
RET
E(I)←E(J)
E(J)←FFH
E(J)<E(I)？
YES
NO
E(J)←00H
RET
E(I)←E(J)
E(J)←00H
I=0？
NO
YES
最後の石を除去
RET
J←J－2
J<0？
NO
YES
RET
Iが奇数？
YES
NO
E(I)<E(J)？
YES
NO
E(J)<E(I)？
YES
NO
ワーク・エリアを消去
RET
I…現在処理中の読みの深さ
J…ワーク用
E…評価用ワーク・エリア

《第111図》 2次元4目ならべ・ワークエリア・マップ

エリア	名称	内容
C400H～C423H		評価用ゲーム盤。
C424H～C42BH		探索方向指定用データ・テーブル。
C42CH		評価バッファ。容量は読みの深さに準じて拡大する。
EA58H	『TRMFLG』	N－BASICのターミナル・モード・フラグ。サブルーチン・パッケージがMSBをプリンタ・スイッチとして使用。
EA5BH	『ATRCOD』	N－BASICのアトリビュート・コード設定。
EA5CH		N－BASICのファンクション・キー表示方法設定。
EA5DH	『ROLLIN』	N－BASICのスクロール・エリア開始行番号。
EA5EH		N－BASICのスクロール・エリア行数。
EA63H	『CUSPOS』	N－BASICのカーソル縦位置。
EA64H		N－BACICのカーソル横位置。
EC95H～ECFFH	『INBU』	インプット・バッファI。
EC96H～ECFFH	『INBUFF』	インプット・バッファII。
EC97H～ECFFH	『INBUF』	インプット・バッファIII。
ED00H～ED95H	『BASE』	第2ワーク・エリア。
ED06H～ED07H	『STONE』 『SOTNE』	石の種類。1のとき先手側，2のとき後手側をしめす。
ED08H～ED09H	『PLAYS』	手数。
ED0AH～ED0BH	『PLAYER』	プレーヤーの人数。0のときコンピュータ対コンピュータの対戦，1のときコンピュータ対人間の対戦，2のとき人間対人間の対戦をしめす。
ED0CH～ED0DH	『STONE1』	『STONE』『SOTNE』の一時退避用。
ED0EH～ED0FH	『WORK1』	ループ制御用等。
ED10H～ED11H	『COORD1』	手の一時退避用。
ED12H～ED13H	『COORD2』	手の一時退避用。
ED14H～ED15H	『WORK2』	ループ制御用等。
ED16H～ED17H	『DEEP』	処理の深さ×8を保存。
ED18H～ED19H	『DEEP1』	『DEEP』の一時退避用。
ED1AH～ED1BH	『WORK3』	ループ制御用等。
ED1CH～ED1DH	『WORK4』	ループ制御用等。
ED1EH～ED1FH	『VECT1』	探索の横方向。
ED20H～ED21H	『VECT2』	探索の縦方向。
ED22H～ED23H	『SPACES』	盤上で石の[illegible]いていない場所の数。
ED24H～ED25H	『COORD3』	『COORD1』の一時退避用。
ED26H～ED27H	『COORD4』	『COORD2』の一時退避用。
ED28H～ED29H	『VALUE』	評価値。相手の石が4個並んだとき1を，自分の石が4個並んだとき200をとる。
ED2AH～ED2BH	『RDEEP』	コンピュータが思考する読みのふかさ×8を保存。
ED2CH～ED2DH	『ABFLAG』	$\alpha-\beta$枝刈りを実施するか否かのフラグ。0のときOFF，1のときON。

ＥＤ２ＥＨ～ＥＤ２ＦＨ	「ＰＡＴＲ」	Ｎ－ＢＡＳＩＣシステム・ワーク・エリア中のアトリビュート・コード格納アドレスを保存。
ＥＤ３０Ｈ～ＥＤ３１Ｈ	「ＶＥＣＴＯＲ」	探索方向指定用データ・テーブルの先頭アドレスを保存。
ＥＤ３２Ｈ～ＥＤ３３Ｈ	「ＳＴＡＣＫ」	評価スタックの先頭アドレスを保存。
ＥＤ３４Ｈ～ＥＤ３５Ｈ	「ＣＯＯＲＤ」	手。
ＥＤ３６Ｈ～ＥＤ３７Ｈ	「ＰＣＵＳ」	Ｎ－ＢＡＳＩＣシステム・ワーク・エリア中のカーソル・ポジション格納アドレスを保存。
ＥＤ３８Ｈ～ＥＤ３９Ｈ	「ＢＯＡＲＤ」	評価バッファの先頭アドレスを保存。
ＥＤ４ＥＨ～ＥＤ４ＦＨ	「ＤＩＶＷＫ」	除算用 剰余を保存。
ＥＤ５２Ｈ～ＥＤ５３Ｈ	「ＲＮＤＢＵＦ」	乱数値。
ＥＤ６８Ｈ～ＥＤ６９Ｈ	「ＤＩＶＷＫ」	除算用。
ＥＤ８７Ｈ～ＥＤ９５Ｈ	「ＵＢＵＦ」	数値＞文字変換バッファⅠ
ＥＤ８８Ｈ～ＥＤ９５Ｈ	「ＵＢＵＦＦ」	数値＞文字変換バッファⅡ
ＦＦ３ＥＨ～ＦＦＦＦＨ	「ＢＯＴＴＯＭ」	スタック・エリア。

PC-8801ディグダグ

PC-8801 ZENON

PC-8001mkⅡ U-Boat

《第112図》 2次元4目ならべ3手読みにおけるコンピュータ対コンピュータ対戦成績表

手数	手番	手	経過時間	思考所要時間	対戦結果
１手目	先手	２	００時間００分００秒	００時間００分００秒	
２手目	後手	３	００時間００分００秒	００時間００分００秒	
３手目	先手	２	００時間００分００秒	００時間００分００秒	
４手目	後手	３	００時間００分０１秒	００時間００分０１秒	
５手目	先手	３	００時間００分０２秒	００時間００分０１秒	
６手目	後手	２	００時間００分０４秒	００時間００分０２秒	
７手目	先手	５	００時間００分０５秒	００時間００分０１秒	
８手目	後手	２	００時間００分０６秒	００時間００分０１秒	
９手目	先手	３	００時間００分０７秒	００時間００分０１秒	
１０手目	後手	３	００時間００分０８秒	００時間００分０１秒	
１１手目	先手	２	００時間００分０９秒	００時間００分０１秒	
１２手目	後手	６	００時間００分１０秒	００時間００分０１秒	
１３手目	先手	４	００時間００分１１秒	００時間００分０１秒	
１４手目	後手	６	００時間００分１１秒	００時間００分００秒	
１５手目	先手	６	００時間００分１２秒	００時間００分０１秒	
１６手目	後手	１	００時間００分１３秒	００時間００分０１秒	
１７手目	先手	４	００時間００分１４秒	００時間００分０１秒	
１８手目	後手	４	００時間００分１５秒	００時間００分０１秒	
１９手目	先手	４	００時間００分１６秒	００時間００分０１秒	
２０手目	後手	４	００時間００分１７秒	００時間００分０１秒	
２１手目	先手	４	００時間００分１８秒	００時間００分０１秒	
２２手目	後手	３	００時間００分１８秒	００時間００分００秒	
２３手目	先手	２	００時間００分１９秒	００時間００分０１秒	
２４手目	後手	６	００時間００分１９秒	００時間００分００秒	
２５手目	先手	６	００時間００分２０秒	００時間００分０１秒	
２６手目	後手	５	００時間００分２０秒	００時間００分００秒	
２７手目	先手	６	００時間００分２０秒	００時間００分００秒	
２８手目	後手	５	００時間００分２１秒	００時間００分０１秒	
２９手目	先手	５	００時間００分２１秒	００時間００分００秒	
３０手目	後手	５	００時間００分２１秒	００時間００分００秒	
３１手目	先手	１	００時間００分２１秒	００時間００分００秒	
３２手目	後手	１	００時間００分２２秒	００時間００分０１秒	
３３手目	先手	１	００時間００分２２秒	００時間００分００秒	
３４手目	後手	１	００時間００分２２秒	００時間００分００秒	
３５手目	先手	５	００時間００分２３秒	００時間００分０１秒	
３６手目	後手	１	００時間００分２３秒	００時間００分００秒	〈後手勝ち〉

《第113図》 2次元4目ならべ9手読みにおけるコンピュータ対 コンピュータ対戦成績表

手数	手番	手	過時間	思考所要時間	対戦結果
１手目	先手	2	００時間００分００秒	００時間００分００秒	
２手目	後手	1	００時間００分００秒	００時間００分００秒	
３手目	先手	4	００時間００分００秒	００時間００分００秒	
４手目	後手	5	００時間３５分３９秒	００時間３５分３９秒	
５手目	先手	5	００時間５９分１７秒	００時間２３分３８秒	
６手目	後手	5	０１時間２３分２５秒	００時間２４分０８秒	
７手目	先手	4	０１時間４６分２３秒	００時間２２分５８秒	
８手目	後手	5	０２時間１９分２５秒	００時間３３分０２秒	
９手目	先手	5	０２時間３４分１２秒	００時間１４分４７秒	
１０手目	後手	6	０２時間５６分５４秒	００時間２２分４２秒	
１１手目	先手	6	０３時間１２分１７秒	００時間１５分２３秒	
１２手目	後手	1	０３時間２６分３８秒	００時間１４分２１秒	
１３手目	先手	4	０３時間４２分２６秒	００時間１５分４８秒	
１４手目	後手	4	０３時間５３分５０秒	００時間１１分２４秒	
１５手目	先手	6	０４時間１１分２４秒	００時間１７分３４秒	
１６手目	後手	6	０４時間２６分１０秒	００時間１４分４６秒	
１７手目	先手	4	０４時間４１分０９秒	００時間１４分５９秒	
１８手目	後手	6	０５時間０５分２３秒	００時間２４分１４秒	
１９手目	先手	1	０５時間１０分４１秒	００時間０５分２２秒	
２０手目	後手	6	０５時間１２分３１秒	００時間０１分５０秒	
２１手目	先手	2	０５時間１４分５２秒	００時間０２分２１秒	
２２手目	後手	2	０５時間１４分５２秒	００時間００分００秒	
２３手目	先手	5	０５時間１５分３０秒	００時間００分３８秒	
２４手目	後手	2	０５時間１５分５８秒	００時間００分２８秒	
２５手目	先手	4	０５時間１６分１１秒	００時間００分１３秒	
２６手目	後手	2	０５時間１６分１５秒	００時間００分０４秒	
２７手目	先手	3	０５時間１６分１８秒	００時間００分０３秒	
２８手目	後手	3	０５時間１６分２１秒	００時間００分０３秒	
２９手目	先手	3	０５時間１６分２３秒	００時間００分０２秒	
３０手目	後手	3	０５時間１６分２３秒	００時間００分００秒	〈後手勝ち〉
３１手目	先手	−	−−時間−−分−−秒	−−時間−−分−−秒	
３２手目	後手	−	−−時間−−分−−秒	−−時間−−分−−秒	
３３手目	先手	−	−−時間−−分−−秒	−−時間−−分−−秒	
３４手目	後手	−	−−時間−−分−−秒	−−時間−−分−−秒	
３５手目	先手	−	−−時間−−分−−秒	−−時間−−分−−秒	
３６手目	後手	−	−−時間−−分−−秒	−−時間−−分−−秒	

《第114図》 2次元4目ならべ実行用ダンプリスト

```
C100 C3 40 C3 C3 22 C3 C3 51 C1 C3 48 C1 C3 5C C1 C3
C110 64 C1 C3 6B C1 C3 75 C1 C3 74 C1 C3 90 C1 C3 04
C120 C2 C3 32 C2 C3 48 C2 C3 6B C1 C3 2A C2 C3 7C C2
C130 C3 9A C2 C3 A0 C2 C3 A5 C2 C3 71 C1 C3 26 C3 C3
C140 66 5C C3 60 C3 C3 40 C3 3E 0D CD 71 C1 3E 0A 18
C150 20 53 14 15 C8 3E 20 CD 71 C1 18 F7 CD 64 C1 D0
C160 CD B9 5F C9 DB 09 FE 7F C0 37 C9 CD 75 0F CD C1
C170 5F C3 2C C3 43 78 CD 7E C1 78 E6 0F 18 06 E6 F0
C180 0F 0F 0F 0F FE 0A FA 8B C1 C6 07 C6 30 C3 71 C1
C190 C5 CD A3 C1 C1 7D 81 D6 87 57 FA 55 C2 CD 52 C1
C1A0 C3 55 C2 7A B7 FA AB C1 C3 B5 C1 CD 2A C2 CD B5
C1B0 C1 2B 36 2D C9 21 87 ED 36 00 E5 21 0A 00 CD CD
C1C0 C1 7D C6 30 E1 2B 77 7B B2 C2 BA C1 C9 0E 00 0C
C1D0 29 D2 CF C1 CD FD C1 E5 21 00 00 E3 CD 04 C2 3F
C1E0 DA E7 C1 EB 19 EB B7 E3 7D 17 6F 7C 17 67 E3 0D
C1F0 CA F9 C1 CD FC C1 C3 DC C1 E1 EB C9 B7 7C 1F 67
C200 7D 1F 6F C9 7B 95 5F 7A 9C 57 C9 F2 14 C2 04 EB
C210 CD 2A C2 EB 7A B7 F2 1D C2 05 CD 2A C2 CD CD C1
C220 22 4E ED 2A 68 ED 3E 00 B8 C8 7A 2F 57 7B 2F 5F
C230 13 C9 D5 0E 10 11 00 00 E3 CD FC C1 E3 30 03 EB
C240 19 EB 29 0D 20 F2 C1 C9 06 00 7C B7 20 BD B5 20
C250 C3 3E 2F 18 0D AF 47 7E 23 B8 CA 5C C1 CD 71 C1
C260 18 F5 3E 07 CD 71 C1 C3 66 5C 20 0A 7B B7 20 06
C270 11 01 00 F6 FF C9 11 00 00 E6 00 C9 E5 D5 2A 52
C280 ED 11 09 3D CD 32 C2 13 EB 22 52 ED EB E1 5A 16
C290 00 CD 32 C2 5A 16 00 E1 13 C9 7A A7 FA 2A C2 C9
C2A0 7A A7 C3 6A C2 3E 3F CD 57 02 CD 8A 1B 21 96 EC
C2B0 7E FE 2B 28 0F FE 2D 28 12 FE 24 28 1B 21 95 EC
C2C0 CD FD C2 C9 21 96 EC CD FD C2 C9 21 96 EC CD FD
C2D0 C2 21 00 00 ED 52 EB C9 11 97 EC 21 00 00 1A CD
C2E0 C1 5F FE 00 28 0B CD 39 5E 38 15 CD 4B 5E 13 18
C2F0 ED EB C9 E1 37 3F 3E 07 CD 57 02 18 A8 11 00 00
C300 D7 D0 E5 F5 21 98 19 CD 95 40 DA 1E C3 62 6B 19
C310 29 19 29 F1 D6 30 5F 16 00 19 EB E1 18 E2 F1 E1
C320 18 D1 7B C3 71 C1 CD A3 C1 C3 55 C2 F5 3A 58 EA
C330 FE 09 28 05 F1 CD 35 00 C9 F1 CD 2B 00 18 F6 00
C340 31 FF FF 21 00 ED 22 88 ED C3 00 C5 00 00 00 00
C350 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C360 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C370 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C380 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C390 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C3A0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C3B0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C3C0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C3D0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C3E0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C3F0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C400 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C410 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

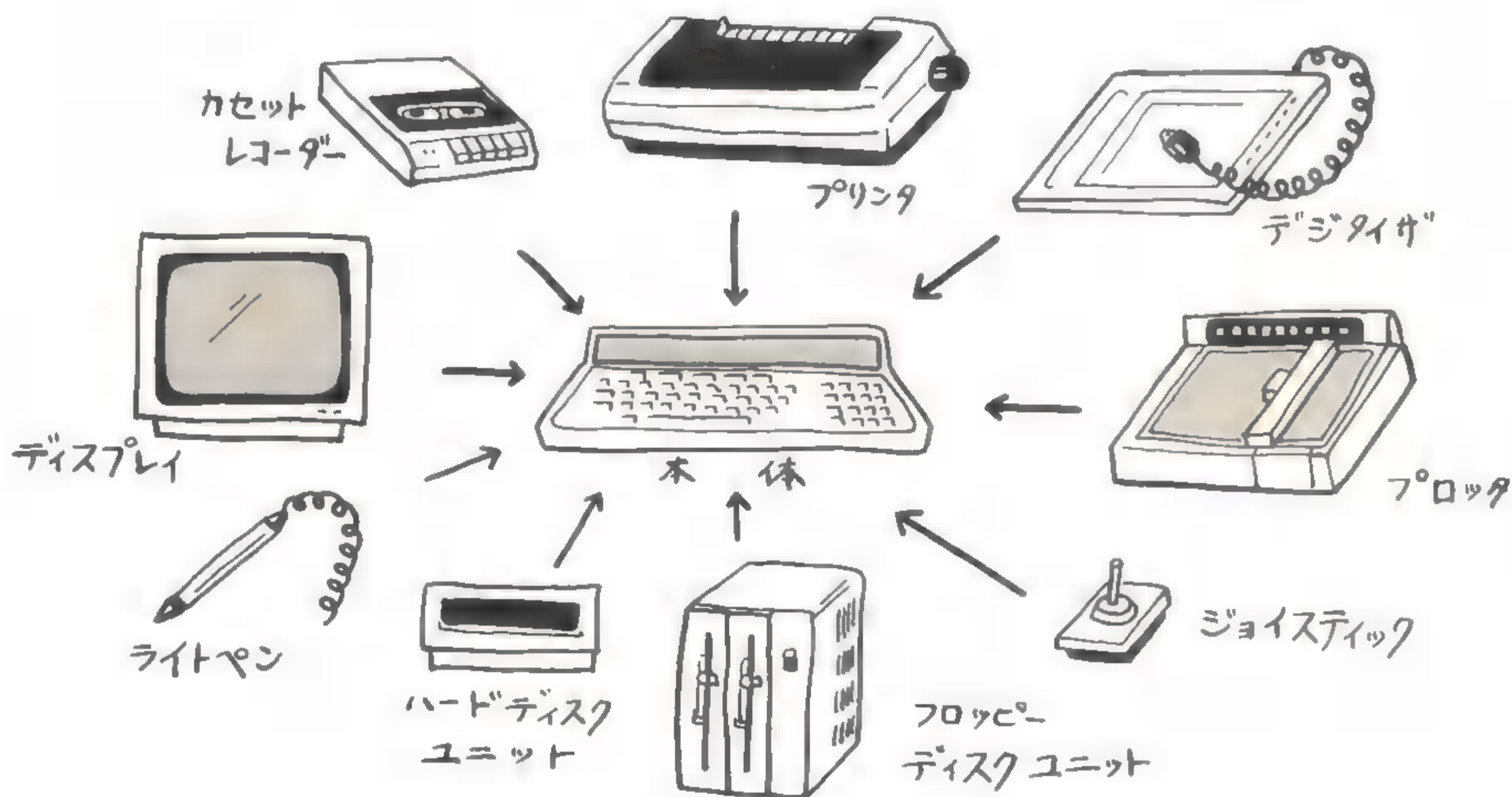
```
C420 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C430 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C440 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C450 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C460 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C470 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C480 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C490 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C4A0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C4B0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C4C0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C4D0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C4E0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C4F0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
C500 C3 94 CC 21 00 00 22 0E ED 21 00 00 22 14 ED 21
C510 05 00 EB CD 16 C5 D5 D5 2A 14 ED EB 2A 38 ED 19
C520 D1 6E 26 00 EB 21 00 00 EB CD 1E C1 F2 32 C5 C3
C530 A2 C5 21 06 00 22 1A ED D5 2A 14 ED EB 2A 1A ED
C540 19 EB 2A 38 ED 19 D1 6E 26 00 EB 21 00 00 EB CD
C550 1E C1 F2 58 C5 C3 73 C5 2A 1A ED EB 21 06 00 19
C560 22 1A ED 2A 1A ED EB 21 24 00 CD 1E C1 F2 73 C5
C570 C3 38 C5 2A 16 ED EB 21 02 00 19 EB 2A 0E ED 19
C580 EB 2A 32 ED 19 E5 2A 14 ED EB 2A 1A ED 19 EB 21
C590 06 00 CD 1E C1 E1 73 2A 0E ED EB 21 01 00 19 22
C5A0 0E ED 2A 14 ED EB 21 01 00 19 22 14 ED D1 D5 CD
C5B0 1E C1 D1 E1 FA B9 C5 E5 E9 2A 16 ED EB 2A 32 ED
C5C0 19 E5 2A 0E ED EB 21 02 00 19 EB E1 73 C9 21 00
C5D0 00 22 28 ED 21 00 00 22 1A ED D5 2A 1A ED EB 2A
C5E0 30 ED 19 D1 6E 26 00 22 1E ED D5 2A 1A ED EB 21
C5F0 01 00 19 EB 2A 30 ED 19 D1 6E 26 00 22 20 ED 2A
C600 1E ED EB 21 FF 00 CD 1E C1 B3 C2 1A C6 D5 21 01
C610 00 EB CD 2A C1 EB D1 22 1E ED 2A 10 ED 22 24 ED
C620 2A 12 ED 22 26 ED 21 01 00 22 0E ED 21 00 00 22
C630 22 ED 2A 24 ED EB 2A 1E ED 19 22 24 ED 2A 26 ED
C640 EB 2A 20 ED 19 22 26 ED D5 2A 24 ED EB 21 05 00
C650 EB CD 1E C1 11 00 00 F2 5B C6 1C EB D1 EB D5 2A
C660 24 ED EB 21 00 00 CD 1E C1 11 00 00 F2 70 C6 1C
C670 EB D1 19 EB D5 2A 26 ED EB 21 05 00 EB CD 1E C1
C680 11 00 00 F2 87 C6 1C EB D1 19 EB 7B B2 CA 93 C6
C690 C3 E3 C6 D5 2A 26 ED EB 21 06 00 CD 21 C1 2A 24
C6A0 ED 19 EB 2A 38 ED 19 D1 6E 26 00 22 14 ED 2A 14
C6B0 ED EB 2A 0C ED CD 1E C1 B3 C2 CA C6 2A 0E ED EB
C6C0 21 01 00 19 22 0E ED C3 32 C6 2A 14 ED EB 21 00
C6D0 00 CD 1E C1 B3 C2 E3 C6 2A 22 ED EB 21 01 00 19
C6E0 22 22 ED 2A 10 ED 22 24 ED 2A 12 ED 22 26 ED 2A
C6F0 24 ED EB 2A 1E ED CD 1E C1 EB 22 24 ED 2A 26 ED
C700 EB 2A 20 ED CD 1E C1 EB 22 26 ED D5 2A 24 ED EB
C710 21 05 00 EB CD 1E C1 11 00 00 F2 1E C7 1C EB D1
C720 EB D5 2A 24 ED EB 21 00 00 CD 1E C1 11 00 00 F2
C730 33 C7 1C EB D1 19 EB D5 2A 26 ED EB 21 00 00 CD
C740 1E C1 11 00 00 F2 49 C7 1C EB D1 19 EB 7B B2 CA
```

```
C750 55 C7 C3 A5 C7 D5 2A 26 ED EB 21 06 00 CD 21 C1
C760 2A 24 ED 19 EB 2A 38 ED 19 D1 6E 26 00 22 14 ED
C770 2A 14 ED EB 2A 0C ED CD 1E C1 B3 C2 8C C7 2A 0E
C780 ED EB 21 01 00 19 22 0E ED C3 EF C6 2A 14 ED EB
C790 21 00 00 CD 1E C1 B3 C2 A5 C7 2A 22 ED EB 21 01
C7A0 00 19 22 22 ED 2A 0E ED EB 21 03 00 EB CD 1E C1
C7B0 F2 BC C7 21 C8 00 22 28 ED C3 F3 C7 2A 0E ED EB
C7C0 2A 0E ED CD 21 C1 2A 22 ED CD 21 C1 21 01 00 19
C7D0 EB 2A 28 ED 19 22 28 ED 2A 1A ED EB 21 02 00 19
C7E0 22 1A ED 2A 1A ED EB 21 07 00 CD 1E C1 F2 F3 C7
C7F0 C3 DA C5 2A 06 ED EB 2A 0C ED CD 1E C1 B3 CA 0F
C800 C8 21 C9 00 EB 2A 28 ED CD 1E C1 EB 22 28 ED C9
C810 2A 16 ED 22 18 ED 2A 16 ED EB 21 08 00 CD 1E C1
C820 EB 22 16 ED 21 03 00 EB 2A 0C ED CD 1E C1 EB 22
C830 0C ED 21 00 00 22 2C ED D5 2A 16 ED EB 21 10 00
C840 CD 24 C1 EB D1 2A 4E ED EB 21 08 00 CD 1E C1 FA
C850 55 C8 C3 D0 C8 D5 2A 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A
C860 32 ED 19 D1 6E 26 00 EB D5 2A 16 ED EB 21 01 00
C870 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 EB CD 1E C1 FA 96
C880 C8 2A 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 E5 21
C890 FF 00 EB E1 73 C9 2A 16 ED EB 21 01 00 19 EB 2A
C8A0 32 ED 19 E5 D5 2A 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32
C8B0 ED 19 D1 6E 26 00 EB E1 73 2A 18 ED EB 21 01 00
C8C0 19 EB 2A 32 ED 19 E5 21 FF 00 EB E1 73 C3 47 C9
C8D0 D5 2A 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E
C8E0 26 00 EB D5 2A 16 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED
C8F0 19 D1 6E 26 00 CD 1E C1 FA 10 C9 2A 18 ED EB 21
C900 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 E5 21 00 00 EB E1 73 C9
C910 2A 16 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 E5 D5 2A
C920 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00
C930 EB E1 73 2A 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19
C940 E5 21 00 00 EB E1 73 2A 16 ED EB 21 00 00 CD 1E
C950 C1 B3 C2 76 C9 D5 21 00 00 EB 2A 32 ED 19 D1 6E
C960 26 00 22 1C ED D5 2A 1C ED EB 2A 32 ED 19 D1 6E
C970 26 00 22 34 ED C9 2A 18 ED EB 21 10 00 CD 1E C1
C980 EB 22 18 ED 2A 18 ED EB 21 00 00 CD 1E C1 F2 92
C990 C9 C9 D5 2A 16 ED EB 21 10 00 CD 24 C1 EB D1 2A
C9A0 4E ED EB 21 08 00 CD 1E C1 FA AF C9 C3 E4 C9 D5
C9B0 2A 16 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26
C9C0 00 EB D5 2A 18 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19
C9D0 D1 6E 26 00 CD 1E C1 F2 DD C9 C3 76 C9 21 01 00
C9E0 22 2C ED C9 D5 2A 16 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32
C9F0 ED 19 D1 6E 26 00 EB D5 2A 18 ED EB 21 01 00 19
CA00 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 EB CD 1E C1 F2 13 CA
CA10 C3 76 C9 C3 DD C9 21 00 00 22 12 ED 2A 10 ED EB
CA20 21 04 00 CD 21 C1 21 02 00 19 22 16 ED D5 21 06
CA30 00 EB 2A 10 ED 19 EB 2A 38 ED 19 D1 6E 26 00 EB
CA40 21 00 00 EB CD 1E C1 F2 4D CA C3 17 CB 11 00 00
CA50 CD 53 CA D5 2A 12 ED EB 21 03 00 CD 21 C1 21 06
CA60 00 19 22 18 ED 2A 12 ED EB 21 03 00 CD 21 C1 21
CA70 08 00 19 EB CD 77 CA D5 CD 46 CB 21 01 00 22 1C
```

```
CA80 ED 21 F4 01 EB CD 88 CA D5 2A 1C ED EB 21 01 00
CA90 19 22 1C ED D1 D5 CD 1E C1 D1 E1 FA A0 CA E5 E9
CAA0 CD 36 CC 2A 18 ED EB 21 01 00 19 22 18 ED D1 D5
CAB0 CD 1E C1 D1 E1 FA BA CA E5 E9 2A 12 ED EB 21 01
CAC0 00 19 22 12 ED D5 D5 2A 12 ED EB 21 01 00 19 EB
CAD0 21 06 00 CD 21 C1 2A 10 ED 19 EB 2A 38 ED 19 D1
CAE0 6E 26 00 EB 21 00 00 EB CD 1E C1 11 00 00 F2 F2
CAF0 CA 1C EB D1 EB D5 2A 12 ED EB 21 04 00 EB CD 1E
CB00 C1 11 00 00 F2 08 CB 1C EB D1 19 D1 D5 CD 1E C1
CB10 D1 E1 FA 17 CB E5 E9 2A 12 ED EB 21 03 00 CD 21
CB20 C1 21 06 00 19 22 18 ED CD 46 CB 2A 12 ED EB 21
CB30 06 00 CD 21 C1 2A 10 ED 19 EB 2A 38 ED 19 E5 2A
CB40 06 ED EB E1 73 C9 2A 06 ED EB 21 01 00 CD 1E C1
CB50 B3 C2 63 CB 21 00 00 EB 2A 2E ED 19 E5 21 C8 00
CB60 EB E1 73 2A 06 ED EB 21 02 00 CD 1E C1 B3 C2 80
CB70 CB 21 00 00 EB 2A 2E ED 19 E5 21 A8 00 EB E1 73
CB80 21 01 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 16 ED EB E1 73 21
CB90 00 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 18 ED EB E1 73 C3 A4
CBA0 CB 86 86 86 06 03 21 A1 CB 7E CD 39 C1 23 10 F9
CBB0 21 01 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 16 ED EB E1 73 21
CBC0 00 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 18 ED EB 21 01 00 19
CBD0 EB E1 73 C3 D9 CB 87 87 87 06 03 21 D6 CB 7E CD
CBE0 39 C1 23 10 F9 21 01 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 16
CBF0 ED EB E1 73 21 00 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 18 ED
CC00 EB 21 02 00 19 EB E1 73 C3 0E CC 87 87 87 06 03
CC10 21 0B CC 7E CD 39 C1 23 10 F9 21 00 00 EB 2A 2E
CC20 ED 19 E5 21 E8 00 EB E1 73 C9 21 24 00 22 16 ED
CC30 21 14 00 22 18 ED 21 01 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A
CC40 16 ED EB E1 73 21 00 00 EB 2A 36 ED 19 E5 2A 18
CC50 ED EB E1 73 C3 5A CC 20 20 20 06 03 21 57 CC 7E
CC60 CD 39 C1 23 10 F9 C9 3E 20 D3 40 21 01 00 22 1C
CC70 ED 21 F4 01 EB CD 78 CC D5 2A 1C ED EB 21 01 00
CC80 19 22 1C ED D1 D5 CD 1E C1 D1 E1 FA 90 CC E5 E9
CC90 AF D3 40 C9 01 19 28 CD 3A 09 21 18 01 22 5D EA
CCA0 01 FF 00 CD F7 08 21 00 C4 22 38 ED 2A 38 ED EB
CCB0 21 24 00 19 22 30 ED 2A 30 ED EB 21 08 00 19 22
CCC0 32 ED 21 63 EA 22 36 ED 21 5B EA 22 2E ED 21 01
CCD0 00 EB 2A 2E ED 19 E5 21 50 00 EB E1 73 21 00 00
CCE0 EB 2A 30 ED 19 E5 21 01 00 EB E1 73 21 01 00 EB
CCF0 2A 30 ED 19 E5 21 00 00 EB E1 73 21 02 00 EB 2A
CD00 30 ED 19 E5 21 01 00 EB E1 73 21 03 00 EB 2A 30
CD10 ED 19 E5 21 01 00 EB E1 73 21 04 00 EB 2A 30 ED
CD20 19 E5 21 00 00 EB E1 73 21 05 00 EB 2A 30 ED 19
CD30 E5 21 01 00 EB E1 73 21 06 00 EB 2A 30 ED 19 E5
CD40 D5 21 01 00 EB CD 2A C1 EB D1 EB E1 73 21 07 00
CD50 EB 2A 30 ED 19 E5 21 01 00 EB E1 73 21 00 00 22
CD60 1C ED 21 23 00 EB CD 69 CD D5 2A 1C ED EB 2A 38
CD70 ED 19 E5 21 00 00 EB E1 73 2A 1C ED EB 21 01 00
CD80 19 22 1C ED D1 D5 CD 1E C1 D1 E1 FA 90 CD E5 E9
CD90 21 0C 00 EB 7B CD 03 C1 21 1B 00 EB CD 06 C1 C3
CDA0 AC CD 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 06 0A 21 A2
```

```
CDB0 CD 7E CD 39 C1 23 10 F9 CD 09 C1 21 1B 00 EB CD
CDC0 06 C1 C3 CF CD 2A 2A 20 32 44 34 4D 20 2A 2A 06
CDD0 0A 21 C5 CD 7E CD 39 C1 23 10 F9 CD 09 C1 C3 06
CDE0 CE 20 5B 31 5D 20 5B 32 5D 20 5B 33 5D 20 5B 34
CDF0 5D 20 5B 35 5D 20 5B 36 5D 20 20 20 2A 2A 2A 2A
CE00 2A 2A 2A 2A 2A 2A 06 25 21 E1 CD 7E CD 39 C1 23
CE10 10 F9 CD 09 C1 CD 09 C1 C3 34 CE 87 87 87 87 87
CE20 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87 87
CE30 87 87 87 87 06 19 21 1B CE 7E CD 39 C1 23 10 F9
CE40 CD 09 C1 21 01 00 22 1C ED 21 12 00 EB CD 50 CE
CE50 D5 C3 6D CE 87 20 20 20 87 20 20 20 87 20 20 20
CE60 87 20 20 20 87 20 20 20 87 20 20 20 87 06 19 21
CE70 54 CE 7E CD 39 C1 23 10 F9 CD 09 C1 2A 1C ED EB
CE80 21 01 00 19 22 1C ED D1 D5 CD 1E C1 D1 E1 FA 93
CE90 CE E5 E9 C3 AF CE 87 86 86 86 87 86 86 86 87 86
CEA0 86 86 87 86 86 86 87 86 86 86 87 86 86 86 87 06
CEB0 19 21 96 CE 7E CD 39 C1 23 10 F9 21 01 00 EB 2A
CEC0 36 ED 19 E5 21 1C 00 EB E1 73 21 00 00 EB 2A 36
CED0 ED 19 E5 21 06 00 EB E1 73 C3 DF CE C3 D6 D0 06
CEE0 03 21 DC CE 7E CD 39 C1 23 10 F9 21 01 00 EB 2A
CEF0 36 ED 19 E5 21 1E 00 EB E1 73 21 00 00 EB 2A 36
CF00 ED 19 E5 21 08 00 EB E1 73 C3 13 CF 28 33 2D 39
CF10 29 3F 20 06 07 21 0C CF 7E CD 39 C1 23 10 F9 CD
CF20 67 CC CD 12 C1 6F 26 00 22 2A ED 2A 2A ED EB 21
CF30 03 00 CD 1E C1 B3 C2 3C CF C3 66 5C 2A 2A ED EB
CF40 21 30 00 CD 1E C1 EB 22 2A ED D5 2A 2A ED EB 21
CF50 03 00 CD 1E C1 11 00 00 F2 5C CF 1C EB D1 EB D5
CF60 2A 2A ED EB 21 09 00 EB CD 1E C1 11 00 00 F2 72
CF70 CF 1C EB D1 19 EB 7B B2 CA 7E CF C3 EB CE 2A 2A
CF80 ED EB 21 08 00 CD 21 C1 21 10 00 CD 1E C1 EB 22
CF90 2A ED 21 01 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 1C 00 EB E1
CFA0 73 21 00 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 0A 00 EB E1 73
CFB0 C3 B8 CF C6 DD BD DE B3 06 05 21 B3 CF 7E CD 39
CFC0 C1 23 10 F9 21 01 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 1E 00
CFD0 EB E1 73 21 00 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 0C 00 EB
CFE0 E1 73 C3 EC CF 28 30 2D 32 29 3F 20 06 07 21 E5
CFF0 CF 7E CD 39 C1 23 10 F9 CD 67 CC CD 12 C1 6F 26
D000 00 22 0A ED 2A 0A ED EB 21 03 00 CD 1E C1 B3 C2
D010 15 D0 C3 66 5C 2A 0A ED EB 21 30 00 CD 1E C1 EB
D020 22 0A ED D5 2A 0A ED EB 21 00 00 CD 1E C1 11 00
D030 00 F2 35 D0 1C EB D1 EB D5 2A 0A ED EB 21 02 00
D040 EB CD 1E C1 11 00 00 F2 4B D0 1C EB D1 19 EB 7B
D050 B2 CA 57 D0 C3 C4 CF 21 01 00 22 06 ED 2A 0A ED
D060 EB 21 01 00 CD 1E C1 B3 CA 6E D0 C3 20 D1 21 01
D070 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 1C 00 EB E1 73 21 00 00
D080 EB 2A 36 ED 19 E5 21 0E 00 EB E1 73 C3 92 D0 BE
D090 DD C3 06 03 21 8F D0 7E CD 39 C1 23 10 F9 21 01
D0A0 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 1E 00 EB E1 73 21 00 00
D0B0 EB 2A 36 ED 19 E5 21 10 00 EB E1 73 C3 C6 D0 28
D0C0 59 2F 4E 29 3F 20 06 07 21 BF D0 7E CD 39 C1 23
D0D0 10 F9 CD 67 CC CD 12 C1 6F 26 00 22 1C ED 2A 1C
```

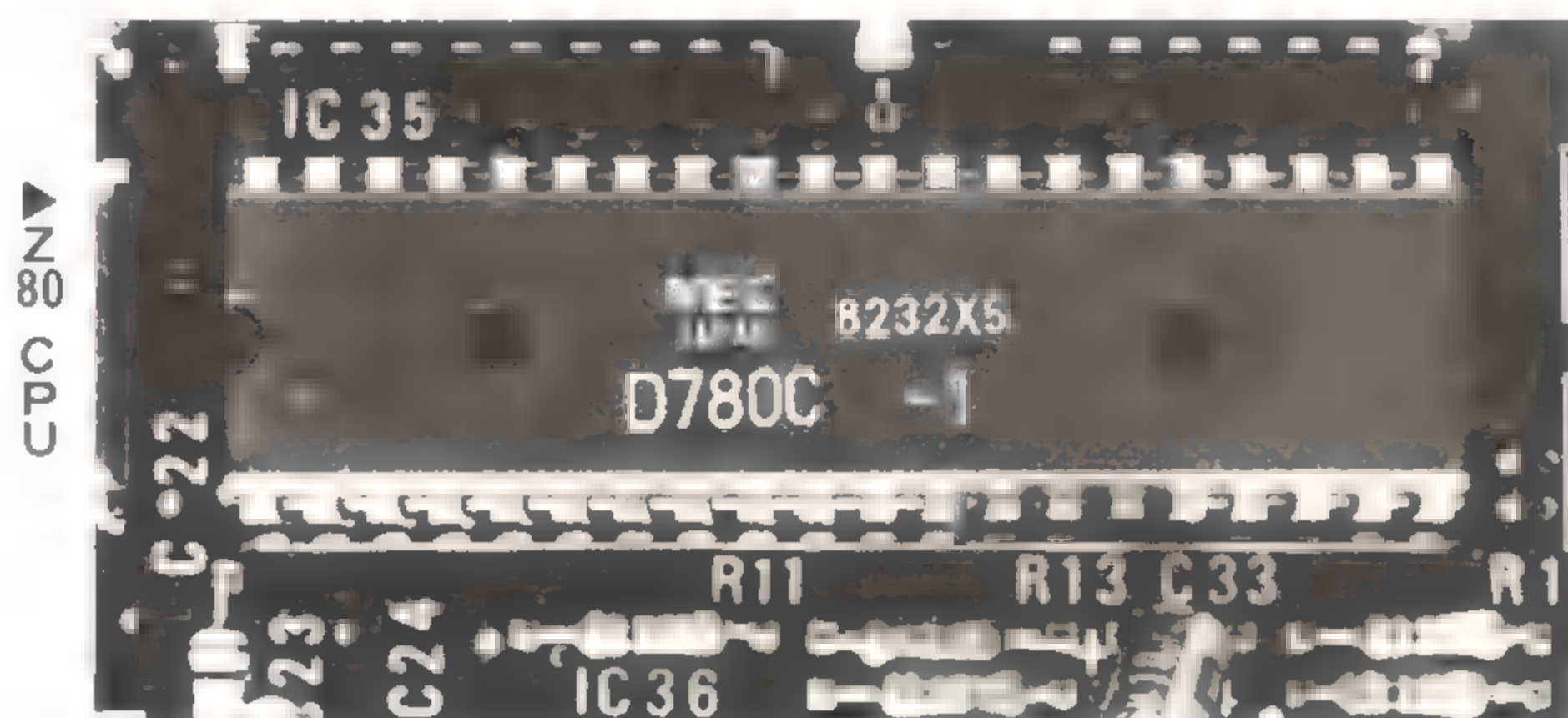
```
D0E0 ED EB 21 03 00 CD 1E C1 B3 C2 EF D0 C3 66 5C 2A
D0F0 1C ED EB 21 59 00 CD 1E C1 B3 C2 06 D1 21 02 00
D100 22 06 ED C3 20 D1 2A 1C ED EB 21 4E 00 CD 1E C1
D110 B3 C2 1D D1 21 01 00 22 06 ED C3 20 D1 C3 9E D0
D120 21 00 00 22 08 ED 21 03 00 EB 2A 06 ED CD 1E C1
D130 EB 22 06 ED 2A 08 ED EB 21 01 00 19 22 08 ED D5
D140 2A 0A ED EB 21 01 00 CD 1E C1 B3 11 00 00 C2 52
D150 D1 1C EB D1 EB D5 2A 06 ED EB 21 02 00 CD 1E C1
D160 B3 11 00 00 C2 68 D1 1C EB D1 CD 21 C1 D5 2A 0A
D170 ED EB 21 00 00 CD 1E C1 B3 11 00 00 C2 80 D1 1C
D180 EB D1 19 EB 7B B2 CA 8C D1 C3 0C D3 21 1C 00 22
D190 16 ED 21 13 00 22 18 ED CD 46 CB CD 2A CC 21 01
D1A0 00 EB 2A 36 ED 19 E5 21 1E 00 EB E1 73 21 00 00
D1B0 EB 2A 36 ED 19 E5 21 17 00 EB E1 73 C3 C6 D1 28
D1C0 31 2D 36 29 3F 20 06 07 21 BF D1 7E CD 39 C1 23
D1D0 10 F9 CD 67 CC CD 12 C1 6F 26 00 22 34 ED 2A 34
D1E0 ED EB 21 03 00 CD 1E C1 B3 C2 EF D1 C3 66 5C 2A
D1F0 34 ED EB 21 31 00 CD 1E C1 EB 22 34 ED D5 2A 34
D200 ED EB 21 00 00 CD 1E C1 11 00 00 F2 0F D2 1C EB
D210 D1 EB D5 2A 34 ED EB 21 05 00 EB CD 1E C1 11 00
D220 00 F2 25 D2 1C EB D1 19 EB D5 D5 2A 34 ED EB 2A
D230 38 ED 19 D1 6E 26 00 EB 21 00 00 EB CD 1E C1 11
D240 00 00 F2 46 D2 1C EB D1 19 EB 7B B2 CA 52 D2 C3
D250 9B D1 2A 34 ED 22 10 ED CD 16 CA 2A 06 ED 22 0C
D260 ED CD CE C5 D5 2A 28 ED EB 21 C8 00 CD 1E C1 11
D270 00 00 F2 76 D2 1C EB D1 EB D5 2A 08 ED EB 21 24
D280 00 CD 1E C1 11 00 00 F2 8B D2 1C EB D1 CD 21 C1
D290 7B B2 CA 98 D2 C3 26 D1 21 1C 00 22 16 ED 21 13
D2A0 00 22 18 ED CD 46 CB CD 2A CC 21 01 00 EB 2A 36
D2B0 ED 19 E5 21 1E 00 EB E1 73 21 00 00 EB 2A 36 ED
D2C0 19 E5 21 17 00 EB E1 73 C3 D2 D2 C9 20 B6 C1 21
D2D0 21 20 06 07 21 CB D2 7E CD 39 C1 23 10 F9 CD 12
D2E0 C1 6F 26 00 22 1C ED 2A 1C ED EB 21 03 00 CD 1E
D2F0 C1 B3 C2 F8 D2 C3 66 5C 2A 1C ED EB 21 0D 00 CD
D300 1E C1 B3 CA 09 D3 C3 A7 D2 C3 5C CD 2A 08 ED EB
D310 21 04 00 CD 1E C1 F2 33 D3 D5 C5 21 06 00 EB CD
D320 2D C1 EB C1 D1 EB 21 01 00 CD 1E C1 EB 22 34 ED
D330 C3 52 D2 21 00 00 22 16 ED 2A 06 ED 22 0C ED 21
D340 01 00 22 1C ED 2A 2A ED EB 21 09 00 19 EB CD 51
D350 D3 D5 2A 1C ED EB 2A 32 ED 19 E5 21 00 00 EB E1
D360 73 2A 1C ED EB 21 08 00 19 EB 2A 32 ED 19 E5 21
D370 FF 00 EB E1 73 2A 1C ED EB 21 10 00 19 22 1C ED
D380 D1 D5 CD 1E C1 D1 E1 FA 8C D3 E5 E9 11 00 00 CD
D390 92 D3 D5 D5 2A 16 ED EB 2A 2A ED EB CD 1E C1 11
D3A0 00 00 F2 A6 D3 1C EB D1 EB D5 2A 28 ED EB 21 01
D3B0 00 CD 1E C1 B3 11 00 00 C2 BC D3 1C EB D1 19 EB
D3C0 D5 2A 28 ED EB 21 C8 00 CD 1E C1 B3 11 00 00 C2
D3D0 D3 D3 1C EB D1 19 EB 7B B2 CA DF D3 C3 C9 D4 CD
D3E0 03 C5 D5 2A 16 ED EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 EB
D3F0 21 03 00 CD 1E C1 F2 FC D3 C3 C9 D4 2A 16 ED EB
D400 2A 32 ED 19 E5 D5 2A 16 ED EB 2A 32 ED 19 D1 6E
```

```
D410 26 00 EB 21 01 00 CD 1E C1 E1 73 D5 2A 16 ED EB
D420 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 22 1C ED D5 2A 16 ED EB
D430 2A 1C ED 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 22 1C ED
D440 2A 1C ED EB 2A 38 ED 19 E5 2A 0C ED EB E1 73 D5
D450 2A 16 ED EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 22 1C ED D5
D460 2A 16 ED EB 2A 1C ED 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26
D470 00 EB 21 06 00 CD 24 C1 EB 22 12 ED D5 D5 2A 16
D480 ED EB 2A 1C ED 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 EB
D490 21 06 00 CD 24 C1 EB D1 2A 4E ED 22 10 ED CD CE
D4A0 C5 2A 16 ED EB 21 08 00 19 22 16 ED 21 03 00 EB
D4B0 2A 0C ED CD 1E C1 EB 22 0C ED 21 00 00 D1 D5 CD
D4C0 1E C1 D1 E1 FA C9 D4 E5 E9 D5 2A 16 ED EB 21 01
D4D0 00 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 22 1C ED D5 2A
D4E0 1C ED EB 21 00 00 CD 1E C1 B3 11 00 00 C2 F1 D4
D4F0 1C EB D1 EB D5 2A 1C ED EB 21 FF 00 CD 1E C1 B3
D500 11 00 00 C2 07 D5 1C EB D1 19 EB 7B B2 CA 24 D5
D510 2A 16 ED EB 21 01 00 19 EB 2A 32 ED 19 E5 2A 28
D520 ED EB E1 73 21 00 00 22 28 ED 2A 16 ED EB 21 00
D530 00 CD 1E C1 B3 C2 5D D5 21 01 00 D1 D5 CD 1E C1
D540 D1 E1 FA 47 D5 E5 E9 D5 2A 34 ED EB 21 06 00 CD
D550 24 C1 EB D1 2A 4E ED 22 34 ED C3 52 D2 CD 10 C8
D560 D5 2A 16 ED EB 2A 32 ED 19 D1 6E 26 00 22 1C ED
D570 D5 2A 1C ED EB 2A 16 ED 19 EB 2A 32 ED 19 D1 6E
D580 26 00 22 1C ED 2A 1C ED EB 2A 38 ED 19 E5 21 00
D590 00 EB E1 73 2A 2C ED EB 21 01 00 CD 1E C1 B3 C2
D5A0 B1 D5 2A 16 ED EB 2A 32 ED 19 E5 21 02 00 EB E1
D5B0 73 C3 E2 D3
```

第28章 汎用サブルーチン・パッケージ・アセンブル・リスト

《第115図》 汎用サブルーチン・パッケージの基本仕様

サブルーチン	仕　　様
「RUNO」	Z80のスタック・ポインタ（SP）にFFFFHを設定後，C500H番地以降のターゲット・プログラムを実行する。
「CHARO」	Eレジスタに格納されたキャラクタ・コードに従ったキャラクタを出力機器へ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「TABO」	Eレジスタに与えられた数のスペース（空白）コードを出力機器へ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「CRLFO」	キャリッジ・リターン・コード（0DH）およびライン・フィード・コード（0AH）を周辺機器へ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「ESCO」	ESCキーが押下されている場合には次のキー入力を待ち，入力データをAレジスタに格納してもどる。
「INKEYO」	キーボードからAレジスタへの1文字入力を待ち，英小文字であれば英大文字に変換し，出力機器へエコーバックする。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRTとプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「HFOURO」	Bレジスタに格納されたデータを2桁の16進数として周辺機器へ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「HTWOO	Eレジスタに格納されたデータを2桁の16進数として周辺機器へ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。

「USINGO」	DEレジスタ対に格納された有符号の16ビット整数データをCレジスタで指定する桁数の10進数として周辺機器へ右づめ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「ISUBO」	DEレジスタ対に格納された有符号16ビット長の整数を被減数とし，HLレジスタ対に格納された有符号16ビット長の整数を減数として両者の間で減算を行い，演算結果をDEレジスタ対に格納する。
「IMULTO」	DEレジスタ対に格納された有符号16ビット長の整数を被乗数とし，HLレジスタ対に格納された有符号16ビット長の整数を乗数として両者の間で乗算を行い，演算結果をDEレジスタ対に格納する。
「IDIVO」	DEレジスタ対に格納された有符号16ビット長の整数を被除数とし，HLレジスタ対に格納された有符号16ビット長の整数を除数として両者の間で除算を行い，演算結果をDEレジスタ対に格納する。 ただし，HLレジスタ対に与える除数が0000H（ゼロ）であった場合には，一定時間内蔵ブザー鳴動後，マシン後モニタの制御下に移る
「MINUSO」	DEレジスタ対に格納された16ビット長の整数の符号を反転する。すなわち，各ビットごとのNOTを求め，1を加える。
「RNDO」	1以上で，DEレジスタ対で指定する整数以下の乱数を発生し，DEレジスタ対に格納する。乱数の初期値はED52H～ED53H番地の内容を参照する
「ABSO」	DEレジスタ対に格納された16ビット長の整数の絶対値を求める。 具体的には，Dレジスタの最上位ビット（MSB）が1であれば2の補数を求めて，符号を反転する。
「INPUTO」	キーボードから有符号16ビット長の整数を入力し，バイナリ形式に変換後，DEレジスタ対に格納する。
「OTCHRO」	Aレジスタに格納されたキャラクタ・コードに従ったキャラクタを出力機器へ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する。
「OTNUMO」	レジスタDEに格納された有符号の16ビット整数データを，10進数として周辺機器へ左づめ出力する。 ただし，EA58H番地の最上位ビット（MSB）が0のときCRT画面を，1のときCRT画面とプリンタを，それぞれ出力機器として選択する

▶Z80 CPU

《第116図》 2次元4目ならべ・汎用サブルーチン・パッケージ・アセンブル・リスト

```
                   ;
                   ;**********************
                   ;
                   ;  subroutine package
                   ;
                   ;**********************
                   ;
002B               PRNCHR:EQU   2BH
0035               DSPCHR:EQU   35H
0257               CONOUT:EQU   0257H
0F75               CONIN: EQU   0F75H
1B8A               INPLN: EQU   1B8AH
4095               CPHLDE:EQU   4095H
5C66               MONHOT:EQU   5C66H
5E39               MONHCK:EQU   5E39H
5E4B               MONHBN:EQU   5E4BH
5FB9               MONIN: EQU   5FB9H
5FC1               MONCAP:EQU   5FC1H
C500               TARGET:EQU   0C500H
EA58               TRMFLG:EQU   0EA58H
EC95               INBU:  EQU   0EC95H
EC96               INBUFF:EQU   0EC96H
EC97               INBUF: EQU   0EC97H
ED00               BASE:  EQU   0ED00H
ED4E               DIVWK: EQU   0ED4EH
ED52               RNDBUF:EQU   0ED52H
ED68               DIVWK1:EQU   0ED68H
ED87               UBUF:  EQU   0ED87H
ED88               UBUFF: EQU   0ED88H
FFFF               BOTTOM:EQU   0FFFFH
                   ;
                          ORG   0C100H
                   ;
                   ; jump table
                   ;
C100  C340C3       RUN0:  JP    RUN
C103  C322C3       CHAR0: JP    CHAR
C106  C351C1       TAB0:  JP    TAB
C109  C348C1       CRLF0: JP    CRLF
C10C  C35CC1       ESC0:  JP    ESC
C10F  C364C1              JP    ESC1
C112  C36BC1       INKEY0:JP    INKEY
C115  C375C1       HFOUR0:JP    HFOUR
C118  C374C1       HTWO0: JP    HTWO
C11B  C390C1       USING0:JP    USING
C11E  C304C2       ISUB0: JP    ISUB
C121  C332C2       IMULT0:JP    IMULT
C124  C348C2       IDIV0: JP    IDIV
C127  C36BC1              JP    INKEY
C12A  C32AC2       MINUS0:JP    MINUS
```

```
C12D C37CC2   RNDO:  JP   RND
C130 C39AC2   ABSO:  JP   ABS
C133 C3A0C2          JP   IF
C136 C3A5C2   INPUTO:JP   INPUT
C139 C371C1   OTCHRO:JP   OTCHR
C13C C326C3   OTNUMO:JP   OTNUM
C13F C3665C          JP   MONHOT
C142 C340C3          JP   RUN
C145 C340C3          JP   RUN
              ;
C148 3E0D     CRLF:  LD   A,0DH
C14A CD71C1          CALL OTCHR
C14D 3E0A            LD   A,0AH
C14F 1820            JR   OTCHR
              ;
              ; output spaces
              ;
C151 53       TAB:   LD   D,E
C152 14       TAB1:  INC  D
C153 15       TAB2:  DEC  D
C154 C8              RET  Z
C155 3E20            LD   A,' '
C157 CD71C1          CALL OTCHR
C15A 18F7            JR   TAB2
              ;
              ; check escape
              ;
C15C CD64C1   ESC:   CALL ESC1
C15F D0              RET  NC
C160 CDB95F          CALL MONIN
C163 C9              RET
              ;
C164 DB09     ESC1:  IN   A,(9)
C166 FE7F            CP   7FH
C168 C0              RET  NZ
C169 37              SCF
C16A C9              RET
              ;
              ; input a character
              ;
C16B CD750F   INKEY: CALL CONIN
C16E CDC15F          CALL MONCAP
C171 C32CC3   OTCHR: JP   OTCHR1
              ;
              ; output 2 digits hexa
              ;
C174 43       HTWO:  LD   B,E
              ;
              ; output 4 digits hexa
              ;
C175 78       HFOUR: LD   A,B
```

```
C176 CD7EC1           CALL HSUB
C179 78               LD   A,B
C17A E60F             AND  0FH
C17C 1806             JR   HSUB1
                 ;
C17E E6F0        HSUB:  AND  0F0H
C180 0F               RRCA
C181 0F               RRCA
C182 0F               RRCA
C183 0F               RRCA
C184 FE0A        HSUB1: CP   0AH
C186 FA8BC1           JP   M,HSUB2
C189 C607             ADD  A,7
C18B C630        HSUB2: ADD  A,'0'
C18D C371C1           JP   OTCHR
                 ;
                 ; output with format
                 ;
C190 C5          USING: PUSH BC
C191 CDA3C1           CALL USUB
C194 C1               POP  BC
C195 7D               LD   A,L
C196 81               ADD  A,C
C197 D687             SUB  87H
C199 57               LD   D,A
C19A FA55C2           JP   M,OTMSG
C19D CD52C1           CALL TAB1
C1A0 C355C2           JP   OTMSG
                 ;
C1A3 7A          USUB:  LD   A,D
C1A4 B7               OR   A
C1A5 FAABC1           JP   M,USUB1
C1A8 C3B5C1           JP   USUB2
                 ;
C1AB CD2AC2      USUB1: CALL MINUS
C1AE CDB5C1           CALL USUB2
C1B1 2B               DEC  HL
C1B2 362D             LD   (HL),'-'
C1B4 C9               RET
                 ;
C1B5 2187ED      USUB2: LD   HL,UBUF
C1B8 3600             LD   (HL),0
C1BA E5          USUB3: PUSH HL
C1BB 210A00           LD   HL,0AH
C1BE CDCDC1           CALL PACK
C1C1 7D               LD   A,L
C1C2 C630             ADD  A,'0'
C1C4 E1               POP  HL
C1C5 2B               DEC  HL
C1C6 77               LD   (HL),A
C1C7 7B               LD   A,E
```

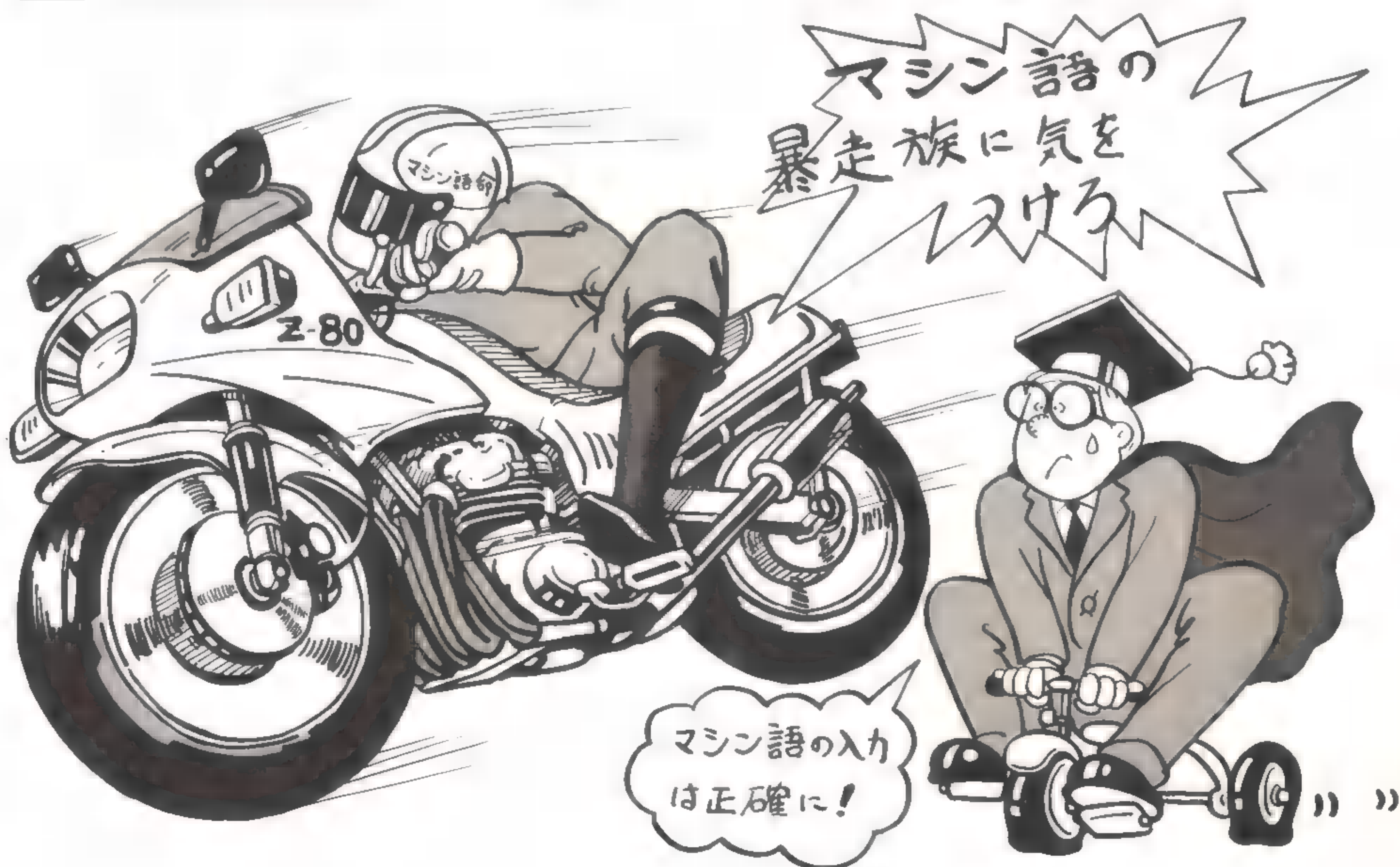
```
C1C8 B2                 OR    D
C1C9 C2BAC1             JP    NZ,USUB3
C1CC C9                 RET
                ;
C1CD 0E00       PACK:   LD    C,0
C1CF 0C         PACK1:  INC   C
C1D0 29                 ADD   HL,HL
C1D1 D2CFC1             JP    NC,PACK1
C1D4 CDFDC1             CALL  PACK6
C1D7 E5                 PUSH  HL
C1D8 210000             LD    HL,0
C1DB E3                 EX    (SP),HL
C1DC CD04C2     PACK2:  CALL  ISUB
C1DF 3F                 CCF
C1E0 DAE7C1             JP    C,PACK3
C1E3 EB                 EX    DE,HL
C1E4 19                 ADD   HL,DE
C1E5 EB                 EX    DE,HL
C1E6 B7                 OR    A
C1E7 E3         PACK3:  EX    (SP),HL
C1E8 7D                 LD    A,L
C1E9 17                 RLA
C1EA 6F                 LD    L,A
C1EB 7C                 LD    A,H
C1EC 17                 RLA
C1ED 67                 LD    H,A
C1EE E3                 EX    (SP),HL
C1EF 0D                 DEC   C
C1F0 CAF9C1             JP    Z,PACK4
C1F3 CDFCC1             CALL  PACK5
C1F6 C3DCC1             JP    PACK2
                ;
C1F9 E1         PACK4:  POP   HL
C1FA EB                 EX    DE,HL
C1FB C9                 RET
                ;
C1FC B7         PACK5:  OR    A
C1FD 7C         PACK6:  LD    A,H
C1FE 1F                 RRA
C1FF 67                 LD    H,A
C200 7D                 LD    A,L
C201 1F                 RRA
C202 6F                 LD    L,A
C203 C9                 RET
                ;
                ; subtraction
                ;
C204 7B         ISUB:   LD    A,E
C205 95                 SUB   L
C206 5F                 LD    E,A
C207 7A                 LD    A,D
```

```
C208 9C                 SBC   A,H
C209 57                 LD    D,A
C20A C9                 RET
                ;
C20B F214C2     IDIVS:  JP    P,IDIVS1
C20E 04                 INC   B
C20F EB                 EX    DE,HL
C210 CD2AC2             CALL  MINUS
C213 EB                 EX    DE,HL
C214 7A         IDIVS1:LD    A,D
C215 B7                 OR    A
C216 F21DC2             JP    P,IDIVS2
C219 05                 DEC   B
C21A CD2AC2             CALL  MINUS
C21D CDCDC1     IDIVS2:CALL  PACK
C220 224EED             LD    (DIVWK),HL
C223 2A68ED             LD    HL,(DIVWK1)
C226 3E00               LD    A,0
C228 B8                 CP    B
C229 C8                 RET   Z
                ;
                ; complement the sign
                ;
C22A 7A         MINUS:  LD    A,D
C22B 2F                 CPL
C22C 57                 LD    D,A
C22D 7B                 LD    A,E
C22E 2F                 CPL
C22F 5F                 LD    E,A
C230 13                 INC   DE
C231 C9                 RET
                ;
                ; multiplication
                ;
C232 D5         IMULT:  PUSH  DE
C233 0E10               LD    C,10H
C235 110000             LD    DE,0
C238 E3         IMULT1:EX    (SP),HL
C239 CDFCC1             CALL  PACK5
C23C E3                 EX    (SP),HL
C23D 3003               JR    NC,IMULT2
C23F EB                 EX    DE,HL
C240 19                 ADD   HL,DE
C241 EB                 EX    DE,HL
C242 29         IMULT2:ADD   HL,HL
C243 0D                 DEC   C
C244 20F2               JR    NZ,IMULT1
C246 C1                 POP   BC
C247 C9                 RET
                ;
                ; division
```

```
                        ;
C248 0600               IDIV:   LD    B,0
C24A 7C                         LD    A,H
C24B B7                         OR    A
C24C 20BD                       JR    NZ,IDIVS
C24E B5                         OR    L
C24F 20C3                       JR    NZ,IDIVS1
C251 3E2F                       LD    A,'/'
C253 180D                       JR    DIVERR
                        ;
                        ; output message
                        ;
C255 AF                 OTMSG:  XOR   A
C256 47                         LD    B,A
C257 7E                 OTMSG1:LD     A,(HL)
C258 23                         INC   HL
C259 B8                         CP    B
C25A CA5CC1                     JP    Z,ESC
C25D CD71C1                     CALL  OTCHR
C260 18F5                       JR    OTMSG1
                        ;
                        ; error of division
                        ;
C262 3E07               DIVERR:LD     A,7
C264 CD71C1                     CALL  OTCHR
C267 C3665C                     JP    MONHOT
                        ;
C26A 200A               IF1:    JR    NZ,IF2
C26C 7B                         LD    A,E
C26D B7                         OR    A
C26E 2006                       JR    NZ,IF2
C270 110100                     LD    DE,1
C273 F6FF                       OR    0FFH
C275 C9                         RET
                        ;
C276 110000             IF2:    LD    DE,0
C279 E600                       AND   0
C27B C9                         RET
                        ;
                        ; generate random number
                        ;
C27C E5                 RND:    PUSH  HL
C27D D5                         PUSH  DE
C27E 2A52ED                     LD    HL,(RNDBUF)
C281 11093D                     LD    DE,3D09H
C284 CD32C2                     CALL  IMULT
C287 13                         INC   DE
C288 EB                         EX    DE,HL
C289 2252ED                     LD    (RNDBUF),HL
C28C EB                         EX    DE,HL
C28D E1                         POP   HL
```

```
C28E 5A                 LD    E,D
C28F 1600               LD    D,0
C291 CD32C2             CALL  IMULT
C294 5A                 LD    E,D
C295 1600               LD    D,0
C297 E1                 POP   HL
C298 13                 INC   DE
C299 C9                 RET
                ;
                ; get absolute number
                ;
C29A 7A         ABS:    LD    A,D
C29B A7                 AND   A
C29C FA2AC2             JP    M,MINUS
C29F C9                 RET
                ;
                ; check de=zero
                ;
C2A0 7A         IF:     LD    A,D
C2A1 A7                 AND   A
C2A2 C36AC2             JP    IF1
                ;
                ; input ■ number
                ;
C2A5 3E3F       INPUT:  LD    A,'?'
C2A7 CD5702             CALL  CONOUT
C2AA CD8A1B             CALL  INPLN
C2AD 2196EC             LD    HL,INBUFF
C2B0 7E                 LD    A,(HL)
C2B1 FE2B               CP    '+'
C2B3 280F               JR    Z,INPUT1
C2B5 FE2D               CP    '-'
C2B7 2812               JR    Z,INPUT2
C2B9 FE24               CP    '$'
C2BB 281B               JR    Z,INPUT3
C2BD 2195EC             LD    HL,INBU
C2C0 CDFDC2             CALL  INPUT7
C2C3 C9                 RET
                ;
C2C4 2196EC     INPUT1:LD     HL,INBUFF
C2C7 CDFDC2             CALL  INPUT7
C2CA C9                 RET
                ;
C2CB 2196EC     INPUT2:LD     HL,INBUFF
C2CE CDFDC2             CALL  INPUT7
C2D1 210000             LD    HL,0
C2D4 ED52               SBC   HL,DE
C2D6 EB                 EX    DE,HL
C2D7 C9                 RET
                ;
C2D8 1197EC     INPUT3:LD     DE,INBUF
```

```
C2DB 210000               LD    HL,0
C2DE 1A           INPUT4:LD    A,(DE)
C2DF CDC15F               CALL  MONCAP
C2E2 FE00                 CP    0
C2E4 280B                 JR    Z,INPUT5
C2E6 CD395E               CALL  MONHCK
C2E9 3815                 JR    C,INPUT8
C2EB CD4B5E               CALL  MONHBN
C2EE 13                   INC   DE
C2EF 18ED                 JR    INPUT4
                  ;
C2F1 EB           INPUT5:EX    DE,HL
C2F2 C9                   RET
                  ;
C2F3 E1           INPUT6:POP   HL
C2F4 37                   SCF
C2F5 3F                   CCF
C2F6 3E07                 LD    A,7
C2F8 CD5702               CALL  CONOUT
C2FB 18A8                 JR    INPUT
                  ;
C2FD 110000       INPUT7:LD    DE,0
C300 D7           INPUT8:RST   10H
C301 D0                   RET   NC
C302 E5                   PUSH  HL
C303 F5                   PUSH  AF
C304 218819               LD    HL,1988H
C307 CD9540               CALL  CPHLDE
C30A DA1EC3               JP    C,INPUT9
C30D 62                   LD    H,D
C30E 6B                   LD    L,E
C30F 19                   ADD   HL,DE
C310 29                   ADD   HL,HL
C311 19                   ADD   HL,DE
C312 29                   ADD   HL,HL
C313 F1                   POP   AF
C314 D630                 SUB   '0'
C316 5F                   LD    E,A
C317 1600                 LD    D,0
C319 19                   ADD   HL,DE
C31A EB                   EX    DE,HL
C31B E1                   POP   HL
C31C 18E2                 JR    INPUT8
                  ;
C31E F1           INPUT9:POP   AF
C31F E1                   POP   HL
C320 18D1                 JR    INPUT6
                  ;
                  ; output ■ character
                  ;
C322 7B           CHAR:  LD    A,E
```

```
C323 C371C1             JP    OTCHR
                  ;
                  ; output a number
                  ;
C326 CDA3C1       OTNUM: CALL USUB
C329 C355C2             JP    OTMSG
                  ;
C32C F5           OTCHR1:PUSH AF
C32D 3A58EA             LD    A,(TRMFLG)
C330 FE09               CP    9
C332 2805               JR    Z,OTCHR3
C334 F1                 POP   AF
C335 CD3500       OTCHR2:CALL DSPCHR
C338 C9                 RET
                  ;
C339 F1           OTCHR3:POP  AF
C33A CD2B00             CALL  PRNCHR
C33D 18F6               JR    OTCHR2
                  ;
C33F 00                 NOP
                  ;
                  ; execute the target
                  ;
C340 31FFFF       RUN:   LD   SP,BOTTOM
C343 2100ED             LD    HL,BASE
C346 2288ED             LD    (UBUFF),HL
C349 C300C5             JP    TARGET
                  ;
C34C                    END
```

《第117図》 2次元4目ならべ・サブルーチン・アセンブル・リスト

```
                        ;
                        ;*********************
                        ;
                        ;   2d4m subroutines
                        ;
                        ;*********************
                        ;
C11E                    ISUB0: EQU   0C11EH
C121                    IMULT0:EQU   0C121H
C124                    IDIV0: EQU   0C124H
C12A                    MINUS0:EQU   0C12AH
C139                    OTCHR0:EQU   0C139H
CC94                    MAIN:  EQU   0CC94H
ED06                    STONE: EQU   0ED06H
ED0C                    STONE1:EQU   0ED0CH
ED0E                    WORK1: EQU   0ED0EH
ED10                    COORD1:EQU   0ED10H
ED12                    COORD2:EQU   0ED12H
ED14                    WORK2: EQU   0ED14H
ED16                    DEEP:  EQU   0ED16H
ED18                    DEEP1: EQU   0ED18H
ED1A                    WORK3: EQU   0ED1AH
ED1C                    WORK4: EQU   0ED1CH
ED1E                    VECT1: EQU   0ED1EH
ED20                    VECT2: EQU   0ED20H
ED22                    SPACES:EQU   0ED22H
ED24                    COORD3:EQU   0ED24H
ED26                    COORD4:EQU   0ED26H
ED28                    VALUE: EQU   0ED28H
ED2C                    ABFLAG:EQU   0ED2CH
ED2E                    PATR:  EQU   0ED2EH
ED30                    VECTOR:EQU   0ED30H
```

```
ED32             STACK: EQU  0ED32H
ED34             COORD: EQU  0ED34H
ED36             PCUS:  EQU  0ED36H
ED38             BOARD: EQU  0ED38H
ED4E             DIVWK: EQU  0ED4EH
                 ;
                        ORG  0C500H
                 ;
                 ; entry of 2d4m
                 ;
C500 C394CC      TARGET:JP   MAIN
                 ;
                 ; next stone
                 ;
C503 210000      LIST:  LD   HL,0
C506 220EED             LD   (WORK1),HL
C509 210000             LD   HL,0
C50C 2214ED             LD   (WORK2),HL
C50F 210500             LD   HL,5
C512 EB                 EX   DE,HL
C513 CD16C5             CALL LIST1
C516 D5          LIST1: PUSH DE
C517 D5                 PUSH DE
C518 2A14ED             LD   HL,(WORK2)
C51B EB                 EX   DE,HL
C51C 2A38ED             LD   HL,(BOARD)
C51F 19                 ADD  HL,DE
C520 D1                 POP  DE
C521 6E                 LD   L,(HL)
C522 2600               LD   H,0
C524 EB                 EX   DE,HL
C525 210000             LD   HL,0
C528 EB                 EX   DE,HL
C529 CD1EC1             CALL ISUB0
C52C F232C5             JP   P,LIST2
C52F C3A2C5             JP   LIST6
                 ;
C532 210600      LIST2: LD   HL,6
C535 221AED             LD   (WORK3),HL
C538 D5          LIST3: PUSH DE
C539 2A14ED             LD   HL,(WORK2)
C53C EB                 EX   DE,HL
C53D 2A1AED             LD   HL,(WORK3)
C540 19                 ADD  HL,DE
C541 EB                 EX   DE,HL
C542 2A38ED             LD   HL,(BOARD)
C545 19                 ADD  HL,DE
C546 D1                 POP  DE
C547 6E                 LD   L,(HL)
C548 2600               LD   H,0
C54A EB                 EX   DE,HL
```

C500: メインルーチンへジャンプする

C503–C506: (WORK1+1)(WORK1)を0にクリアする

C509–C513: (WORK2+1)(WORK2)をループ・カウンタとして0から5までくり返す

C516–C52F: (BOARD+1)(BOARD)の内容に(WORK2+1)(WORK2)の内容を加えて指定するアドレスの内容が0を越えている場合には『LIST6』にジャンプする

C532–C535: (WORK3+1)(WORK3)に0006Hを格納する

C538–C54A: (BOARD+1)(BOARD)の内容に(WORK2+1)(WORK2)の内容を加えさらに(WORK3+1)(WORK3)の内容を加えて指定するアドレスの内容が0を越えている場合には『LIST5』にジャンプする

```
C54B 210000          LD    HL,0
C54E EB              EX    DE,HL
C54F CD1EC1          CALL  ISUB0
C552 F258C5          JP    P,LIST4
C555 C373C5          JP    LIST5
                ;
C558 2A1AED     LIST4: LD    HL,(WORK3)
C55B EB              EX    DE,HL
C55C 210600          LD    HL,6
C55F 19              ADD   HL,DE
C560 221AED          LD    (WORK3),HL
```

（ＷＯＲＫ３＋１）（ＷＯＲＫ３）に００６Ｈを加える

```
C563 2A1AED          LD    HL,(WORK3)
C566 EB              EX    DE,HL
C567 212400          LD    HL,24H
C56A CD1EC1          CALL  ISUB0
C56D F273C5          JP    P,LIST5
C570 C338C5          JP    LIST3
```

（ＷＯＲＫ３＋１）（ＷＯＲＫ３）が３６未満のとき『ＬＩＳＴ３』にもどってくり返す

```
                ;
C573 2A16ED     LIST5: LD    HL,(DEEP)
C576 EB              EX    DE,HL
C577 210200          LD    HL,2
C57A 19              ADD   HL,DE
C57B EB              EX    DE,HL
C57C 2A0EED          LD    HL,(WORK1)
C57F 19              ADD   HL,DE
C580 EB              EX    DE,HL
C581 2A32ED          LD    HL,(STACK)
C584 19              ADD   HL,DE
C585 E5              PUSH  HL
C586 2A14ED          LD    HL,(WORK2)
C589 EB              EX    DE,HL
C58A 2A1AED          LD    HL,(WORK3)
C58D 19              ADD   HL,DE
C58E EB              EX    DE,HL
C58F 210600          LD    HL,6
C592 CD1EC1          CALL  ISUB0
C595 E1              POP   HL
C596 73              LD    (HL),E
```

（ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に（ＷＯＲＫ１＋１）（ＷＯＲＫ１）の内容を加え２を加えさらに（ＤＥＥＰ＋１）（ＤＥＥＰ）を加えて指定するアドレスに（ＷＯＲＫ２＋１）（ＷＯＲＫ２）の内容に（ＷＯＲＫ３＋１）（ＷＯＲＫ３）の内容を加えさらに６を減じたものを格納する

```
C597 2A0EED          LD    HL,(WORK1)
C59A EB              EX    DE,HL
C59B 210100          LD    HL,1
C59E 19              ADD   HL,DE
C59F 220EED          LD    (WORK1),HL
```

（ＷＯＲＫ１＋１）（ＷＯＲＫ１）に１を格納する

```
C5A2 2A14ED     LIST6: LD    HL,(WORK2)
C5A5 EB              EX    DE,HL
C5A6 210100          LD    HL,1
C5A9 19              ADD   HL,DE
C5AA 2214ED          LD    (WORK2),HL
C5AD D1              POP   DE
C5AE D5              PUSH  DE
C5AF CD1EC1          CALL  ISUB0
```

（ＷＯＲＫ２＋１）（ＷＯＲＫ２）をループ・カウンタとするくり返し処理の終了をチェックする

```
C5B2 D1                 POP   DE
C5B3 E1                 POP   HL
C5B4 FAB9C5             JP    M,LIST7
C5B7 E5                 PUSH  HL
C5B8 E9                 JP    (HL)
                ;
C5B9 2A16ED     LIST7:  LD    HL,(DEEP)
C5BC EB                 EX    DE,HL
C5BD 2A32ED             LD    HL,(STACK)
C5C0 19                 ADD   HL,DE
C5C1 E5                 PUSH  HL
C5C2 2A0EED             LD    HL,(WORK1)
C5C5 EB                 EX    DE,HL
C5C6 210200             LD    HL,2
C5C9 19                 ADD   HL,DE
C5CA EB                 EX    DE,HL
C5CB E1                 POP   HL
C5CC 73                 LD    (HL),E
C5CD C9                 RET
                ;
                ; calculate value
                ;
C5CE 210000     VAL:    LD    HL,0
C5D1 2228ED             LD    (VALUE),HL
C5D4 210000             LD    HL,0
C5D7 221AED             LD    (WORK3),HL
C5DA D5         VAL1:   PUSH  DE
C5DB 2A1AED             LD    HL,(WORK3)
C5DE EB                 EX    DE,HL
C5DF 2A30ED             LD    HL,(VECTOR)
C5E2 19                 ADD   HL,DE
C5E3 D1                 POP   DE
C5E4 6E                 LD    L,(HL)
C5E5 2600               LD    H,0
C5E7 221EED             LD    (VECT1),HL
C5EA D5                 PUSH  DE
C5EB 2A1AED             LD    HL,(WORK3)
C5EE EB                 EX    DE,HL
C5EF 210100             LD    HL,1
C5F2 19                 ADD   HL,DE
C5F3 EB                 EX    DE,HL
C5F4 2A30ED             LD    HL,(VECTOR)
C5F7 19                 ADD   HL,DE
C5F8 D1                 POP   DE
C5F9 6E                 LD    L,(HL)
C5FA 2600               LD    H,0
C5FC 2220ED             LD    (VECT2),HL
C5FF 2A1EED             LD    HL,(VECT1)
C602 EB                 EX    DE,HL
C603 21FF00             LD    HL,0FFH
C606 CD1EC1             CALL  ISUB0
```

(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えて指定するアドレスに(WORK1+1)(WORK1)の内容に2を加えたものを格納する

メインルーチンへもどる

(VALUE+1)(VALUE)を0にクリアする

(WORK3+1)(WORK3)を0にクリアする

(VECTOR+1)(VECTOR)の内容に(WORK3+1)(WORK3)の内容を加えて指定するアドレスの内容を(VECT1+1)(VECT1)に格納する

(VECTOR+1)(VECTOR)の内容に(WORK3+1)(WORK3)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容を(VECT2+1)(VECT2)に格納する

```
C609 B3                OR    E
C60A C21AC6            JP    NZ,VAL2
C60D D5                PUSH  DE              (VECT1+1)(VECT1)の内容
C60E 210100            LD    HL,1            がFFHであれば−1に変換する
C611 EB                EX    DE,HL
C612 CD2AC1            CALL  MINUS0
C615 EB                EX    DE,HL
C616 D1                POP   DE
C617 221EED            LD    (VECT1),HL
C61A 2A10ED      VAL2: LD    HL,(COORD1)     (COORD1+1)(COOD1)の内
                                             容を(COORD3+1)(COORD3)
C61D 2224ED            LD    (COORD3),HL     に格納する
C620 2A12ED            LD    HL,(COORD2)     (COORD2+1)(COORD2)の
                                             内容を(COORD4+1)(COORD
C623 2226ED            LD    (COORD4),HL     4)に格納する
C626 210100            LD    HL,1            (WORK1+1)(WORK1)に1を格
C629 220EED            LD    (WORK1),HL      納する
C62C 210000            LD    HL,0            (SPACES+1)(SPACES)に
C62F 2222ED            LD    (SPACES),HL     0を格納する
C632 2A24ED      VAL3: LD    HL,(COORD3)
C635 EB                EX    DE,HL           (COORD3+1)(COORD3)に
C636 2A1EED            LD    HL,(VECT1)      (VECT1+1)(VECT1)の内容
C639 19                ADD   HL,DE           を加える
C63A 2224ED            LD    (COORD3),HL
C63D 2A26ED            LD    HL,(COORD4)
C640 EB                EX    DE,HL           (COORD4+1)(COORD4)に
C641 2A20ED            LD    HL,(VECT2)      (VECT2+1)(VECT2)の内容
C644 19                ADD   HL,DE           を加える
C645 2226ED            LD    (COORD4),HL
C648 D5                PUSH  DE
C649 2A24ED            LD    HL,(COORD3)
C64C EB                EX    DE,HL
C64D 210500            LD    HL,5
C650 EB                EX    DE,HL
C651 CD1EC1            CALL  ISUB0
C654 110000            LD    DE,0
C657 F25BC6            JP    P,VAL4
C65A 1C                INC   E
C65B EB          VAL4: EX    DE,HL
C65C D1                POP   DE
C65D EB                EX    DE,HL
C65E D5                PUSH  DE
C65F 2A24ED            LD    HL,(COORD3)
C662 EB                EX    DE,HL
C663 210000            LD    HL,0
C666 CD1EC1            CALL  ISUB0
C669 110000            LD    DE,0
C66C F270C6            JP    P,VAL5          (COORD3+1)(COORD3)の
C66F 1C                INC   E               内容が0〜5の範囲にないかまたは(C
C670 EB          VAL5: EX    DE,HL           OORD4+1)(COORD4)の内容
C671 D1                POP   DE              が5を越える場合には『VAL9』へジ
C672 19                ADD   HL,DE           ャンプする
C673 EB                EX    DE,HL
```

```
C674 D5                 PUSH DE
C675 2A26ED             LD   HL,(COORD4)
C678 EB                 EX   DE,HL
C679 210500             LD   HL,5
C67C EB                 EX   DE,HL
C67D CD1EC1             CALL ISUB0
C680 110000             LD   DE,0
C683 F287C6             JP   P,VAL6
C686 1C                 INC  E
C687 EB          VAL6:  EX   DE,HL
C688 D1                 POP  DE
C689 19                 ADD  HL,DE
C68A EB                 EX   DE,HL
C68B 7B                 LD   A,E
C68C B2                 OR   D
C68D CA93C6             JP   Z,VAL7
C690 C3E3C6             JP   VAL9
                 ;
C693 D5          VAL7:  PUSH DE
C694 2A26ED             LD   HL,(COORD4)
C697 EB                 EX   DE,HL
C698 210600             LD   HL,6
C69B CD21C1             CALL IMULT0
C69E 2A24ED             LD   HL,(COORD3)
C6A1 19                 ADD  HL,DE
C6A2 EB                 EX   DE,HL
C6A3 2A38ED             LD   HL,(BOARD)
C6A6 19                 ADD  HL,DE
C6A7 D1                 POP  DE
C6A8 6E                 LD   L,(HL)
C6A9 2600               LD   H,0
C6AB 2214ED             LD   (WORK2),HL
C6AE 2A14ED             LD   HL,(WORK2)
C6B1 EB                 EX   DE,HL
C6B2 2A0CED             LD   HL,(STONE1)
C6B5 CD1EC1             CALL ISUB0
C6B8 B3                 OR   E
C6B9 C2CAC6             JP   NZ,VAL8
C6BC 2A0EED             LD   HL,(WORK1)
C6BF EB                 EX   DE,HL
C6C0 210100             LD   HL,1
C6C3 19                 ADD  HL,DE
C6C4 220EED             LD   (WORK1),HL
C6C7 C332C6             JP   VAL3
                 ;
C6CA 2A14ED      VAL8:  LD   HL,(WORK2)
C6CD EB                 EX   DE,HL
C6CE 210000             LD   HL,0
C6D1 CD1EC1             CALL ISUB0
C6D4 B3                 OR   E
C6D5 C2E3C6             JP   NZ,VAL9
```

(BOARD+1)(BOARD)の内容に(COORD4+1)(COORD4)の内容を6倍して(COORD3+1)(COORD3)の内容を加えたものを加えて指定するアドレスの内容を(WORK2+1)(WORK2)に格納する

(WORK2+1)(WORK2)の内容と(STONE1+1)(STONE1)の内容が等しい場合には(WORK1+1)(WORK1)の内容に1を加えて『VAL3』にもどる

(WORK2+1)(WORK2)の内容が0である場合には(SPACES+1)(SPACES)の内容に1を加える

```
C6D8 2A22ED          LD   HL,(SPACES)
C6DB EB              EX   DE,HL
C6DC 210100          LD   HL,1
C6DF 19              ADD  HL,DE
C6E0 2222ED          LD   (SPACES),HL
C6E3 2A10ED   VAL9:  LD   HL,(COORD1)     (COORD1+1)(COORD1)の内容を(COORD3+1)(COORD3)に格納する
C6E6 2224ED          LD   (COORD3),HL
C6E9 2A12ED          LD   HL,(COORD2)     (COORD2+1)(COORD2)の内容を(COORD4+1)(COORD4)に格納する
C6EC 2226ED          LD   (COORD4),HL
C6EF 2A24ED   VAL10: LD   HL,(COORD3)     (COORD3+1)(COORD3)の内容から(VECT1+1)(VECT1)の内容を減じる
C6F2 EB              EX   DE,HL
C6F3 2A1EED          LD   HL,(VECT1)
C6F6 CD1EC1          CALL ISUB0
C6F9 EB              EX   DE,HL
C6FA 2224ED          LD   (COORD3),HL
C6FD 2A26ED          LD   HL,(COORD4)     (COORD4+1)(COORD4)の内容から(VECT2+1)(VECT2)の内容を減じる
C700 EB              EX   DE,HL
C701 2A20ED          LD   HL,(VECT2)
C704 CD1EC1          CALL ISUB0
C707 EB              EX   DE,HL
C708 2226ED          LD   (COORD4),HL
C70B D5              PUSH DE              (COORD3+1)(COORD3)の内容が0～5の範囲にないかまたは(COORD4+1)・(COORD4)の内容が0未満の場合には『VAL16』へジャンプする
C70C 2A24ED          LD   HL,(COORD3)
C70F EB              EX   DE,HL
C710 210500          LD   HL,5
C713 EB              EX   DE,HL
C714 CD1EC1          CALL ISUB0
C717 110000          LD   DE,0
C71A F21EC7          JP   P,VAL11
C71D 1C              INC  E
C71E EB       VAL11: EX   DE,HL
C71F D1              POP  DE
C720 EB              EX   DE,HL
C721 D5              PUSH DE
C722 2A24ED          LD   HL,(COORD3)
C725 EB              EX   DE,HL
C726 210000          LD   HL,0
C729 CD1EC1          CALL ISUB0
C72C 110000          LD   DE,0
C72F F233C7          JP   P,VAL12
C732 1C              INC  E
C733 EB       VAL12: EX   DE,HL
C734 D1              POP  DE
C735 19              ADD  HL,DE
C736 EB              EX   DE,HL
C737 D5              PUSH DE
C738 2A26ED          LD   HL,(COORD4)
C73B EB              EX   DE,HL
C73C 210000          LD   HL,0
C73F CD1EC1          CALL ISUB0
C742 110000          LD   DE,0
```

```
C745 F249C7           JP    P,VAL13
C748 1C               INC   E
C749 EB       VAL13:  EX    DE,HL
C74A D1               POP   DE
C74B 19               ADD   HL,DE
C74C EB               EX    DE,HL
C74D 7B               LD    A,E
C74E B2               OR    D
C74F CA55C7           JP    Z,VAL14
C752 C3A5C7           JP    VAL16
              ;
C755 D5       VAL14:  PUSH  DE
C756 2A26ED           LD    HL,(COORD4)
C759 EB               EX    DE,HL
C75A 210600           LD    HL,6
C75D CD21C1           CALL  IMULTO
C760 2A24ED           LD    HL,(COORD3)
C763 19               ADD   HL,DE
C764 EB               EX    DE,HL
C765 2A38ED           LD    HL,(BOARD)
C768 19               ADD   HL,DE
C769 D1               POP   DE
C76A 6E               LD    L,(HL)
C76B 2600             LD    H,0
C76D 2214ED           LD    (WORK2),HL
C770 2A14ED           LD    HL,(WORK2)
C773 EB               EX    DE,HL
C774 2A0CED           LD    HL,(STONE1)
C777 CD1EC1           CALL  ISUBO
C77A B3               OR    E
C77B C28CC7           JP    NZ,VAL15
C77E 2A0EED           LD    HL,(WORK1)
C781 EB               EX    DE,HL
C782 210100           LD    HL,1
C785 19               ADD   HL,DE
C786 220EED           LD    (WORK1),HL
C789 C3EFC6           JP    VAL10
              ;
C78C 2A14ED   VAL15:  LD    HL,(WORK2)
C78F EB               EX    DE,HL
C790 210000           LD    HL,0
C793 CD1EC1           CALL  ISUBO
C796 B3               OR    E
C797 C2A5C7           JP    NZ,VAL16
C79A 2A22ED           LD    HL,(SPACES)
C79D EB               EX    DE,HL
C79E 210100           LD    HL,1
C7A1 19               ADD   HL,DE
C7A2 2222ED           LD    (SPACES),HL
C7A5 2A0EED   VAL16:  LD    HL,(WORK1)
C7A8 EB               EX    DE,HL
```

(BOARD+1)(BOARD)の内容に(COORD4+1)(COORD4)の内容を6倍して(COORD3+1)(COORD3)の内容を加えたものを加えて指定するアドレスの内容を(WORK2+1)(WORK2)に格納する

(WORK2+1)(WORK2)の内容と(STONE1+1)(STONE1)の内容が等しい場合には(WORK1+1)(WORK1)の内容に1を加えて「VAL10」にもどる

(WORK2+1)(WORK2)の内容が0の場合には(SPACES+1)(SPACES)の内容に1を加える

```
C7A9 210300           LD    HL,3
C7AC EB               EX    DE,HL
C7AD CD1EC1           CALL  ISUBO
C7B0 F2BCC7           JP    P,VAL17
C7B3 21C800           LD    HL,0C8H
C7B6 2228ED           LD    (VALUE),HL
C7B9 C3F3C7           JP    VAL18
```

(WORK1+1)(WORK1)の内容が3を越える場合には(VALUE+1)(VALUE)に格納して『VAL18』へジャンプする

```
                ;
C7BC 2A0EED     VAL17: LD    HL,(WORK1)
C7BF EB               EX    DE,HL
C7C0 2A0EED           LD    HL,(WORK1)
C7C3 CD21C1           CALL  IMULTO
C7C6 2A22ED           LD    HL,(SPACES)
C7C9 CD21C1           CALL  IMULTO
C7CC 210100           LD    HL,1
C7CF 19               ADD   HL,DE
C7D0 EB               EX    DE,HL
C7D1 2A28ED           LD    HL,(VALUE)
C7D4 19               ADD   HL,DE
C7D5 2228ED           LD    (VALUE),HL
```

(WORK1+1)(WORK1)の内容を2乗して(SPACES+1)(SPACES)の内容を乗じ1を加えさらに(VALUE+1)(VALUE)の内容を加えたものを(VALUE+1)(VALUE)に格納する

```
C7D8 2A1AED           LD    HL,(WORK3)
C7DB EB               EX    DE,HL
C7DC 210200           LD    HL,2
C7DF 19               ADD   HL,DE
C7E0 221AED           LD    (WORK3),HL
```

(WORK3+1)(WORK3)の内容に2を加える

```
C7E3 2A1AED           LD    HL,(WORK3)
C7E6 EB               EX    DE,HL
C7E7 210700           LD    HL,7
C7EA CD1EC1           CALL  ISUBO
C7ED F2F3C7           JP    P,VAL18
C7F0 C3DAC5           JP    VAL1
```

(WORK3+1)(WORK3)の内容が7未満の場合には『VAL1』へもどってくり返す

```
                ;
C7F3 2A06ED     VAL18: LD    HL,(STONE)
C7F6 EB               EX    DE,HL
C7F7 2A0CED           LD    HL,(STONE1)
C7FA CD1EC1           CALL  ISUBO
C7FD B3               OR    E
C7FE CA0FC8           JP    Z,VAL19
C801 21C900           LD    HL,0C9H
C804 EB               EX    DE,HL
C805 2A28ED           LD    HL,(VALUE)
C808 CD1EC1           CALL  ISUBO
C80B EB               EX    DE,HL
C80C 2228ED           LD    (VALUE),HL
```

(STONE+1)(STONE)の内容と(STONE1+1)(STONE1)の内容が異なる場合には201から(VALUE+1)(VALUE)の内容を減じて(VALUE+1)(VALUE)に格納する

```
C80F C9         VAL19: RET
```

メインルーチンへもどる

```
                ;
                ; backup a-b
                ;
C810 2A16ED     BACK:  LD    HL,(DEEP)
C813 2218ED           LD    (DEEP1),HL
```

(DEEP+1)(DEEP)の内容を(DEEP1+1)(DEEP1)に退避する

```
C816 2A16ED           LD    HL,(DEEP)
```

```
C819 EB              EX    DE,HL
C81A 210800          LD    HL,8
C81D CD1EC1          CALL  ISUB0
C820 EB              EX    DE,HL
C821 2216ED          LD    (DEEP),HL
C824 210300          LD    HL,3
C827 EB              EX    DE,HL
C828 2A0CED          LD    HL,(STONE1)
C82B CD1EC1          CALL  ISUB0
C82E EB              EX    DE,HL
C82F 220CED          LD    (STONE1),HL
C832 210000          LD    HL,0
C835 222CED          LD    (ABFLAG),HL
C838 D5              PUSH  DE
C839 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
C83C EB              EX    DE,HL
C83D 211000          LD    HL,10H
C840 CD24C1          CALL  IDIV0
C843 EB              EX    DE,HL
C844 D1              POP   DE
C845 2A4EED          LD    HL,(DIVWK)
C848 EB              EX    DE,HL
C849 210800          LD    HL,8
C84C CD1EC1          CALL  ISUB0
C84F FA55C8          JP    M,BACK1
C852 C3D0C8          JP    BACK3
                 ;
C855 D5          BACK1:  PUSH  DE
C856 2A18ED          LD    HL,(DEEP1)
C859 EB              EX    DE,HL
C85A 210100          LD    HL,1
C85D 19              ADD   HL,DE
C85E EB              EX    DE,HL
C85F 2A32ED          LD    HL,(STACK)
C862 19              ADD   HL,DE
C863 D1              POP   DE
C864 6E              LD    L,(HL)
C865 2600            LD    H,0
C867 EB              EX    DE,HL
C868 D5              PUSH  DE
C869 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
C86C EB              EX    DE,HL
C86D 210100          LD    HL,1
C870 19              ADD   HL,DE
C871 EB              EX    DE,HL
C872 2A32ED          LD    HL,(STACK)
C875 19              ADD   HL,DE
C876 D1              POP   DE
C877 6E              LD    L,(HL)
C878 2600            LD    H,0
C87A EB              EX    DE,HL
```

注釈:

- C819〜C821: (DEEP+1)(DEEP)の内容から8を減じる
- C824〜C82F: (STONE1+1)(STONE)の内容が1であれば2に2であれば1に変換する
- C832〜C835: (ABFLAG+1)(ABFLAG)に0を格納する
- C838〜C852: (DEEP+1)(DEEP)の内容を16で割った剰余が8以上の場合には『BACK3』へジャンプする
- C855〜C87A: (STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容が(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容以下の場合には(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスにFFHを格納してメイン・ルーチンへもどる

```
C87B CD1EC1                CALL ISUB0
C87E FA96C8                JP   M,BACK2
C881 2A18ED                LD   HL,(DEEP1)
C884 EB                    EX   DE,HL
C885 210100                LD   HL,1
C888 19                    ADD  HL,DE
C889 EB                    EX   DE,HL
C88A 2A32ED                LD   HL,(STACK)
C88D 19                    ADD  HL,DE
C88E E5                    PUSH HL
C88F 21FF00                LD   HL,0FFH
C892 EB                    EX   DE,HL
C893 E1                    POP  HL
C894 73                    LD   (HL),E
C895 C9                    RET
                   ;
C896 2A16ED        BACK2:  LD   HL,(DEEP)
C899 EB                    EX   DE,HL
C89A 210100                LD   HL,1
C89D 19                    ADD  HL,DE
C89E EB                    EX   DE,HL
C89F 2A32ED                LD   HL,(STACK)
C8A2 19                    ADD  HL,DE
C8A3 E5                    PUSH HL
C8A4 D5                    PUSH DE
C8A5 2A18ED                LD   HL,(DEEP1)
C8A8 EB                    EX   DE,HL
C8A9 210100                LD   HL,1
C8AC 19                    ADD  HL,DE
C8AD EB                    EX   DE,HL
C8AE 2A32ED                LD   HL,(STACK)
C8B1 19                    ADD  HL,DE
C8B2 D1                    POP  DE
C8B3 6E                    LD   L,(HL)
C8B4 2600                  LD   H,0
C8B6 EB                    EX   DE,HL
C8B7 E1                    POP  HL
C8B8 73                    LD   (HL),E
C8B9 2A18ED                LD   HL,(DEEP1)
C8BC EB                    EX   DE,HL
C8BD 210100                LD   HL,1
C8C0 19                    ADD  HL,DE
C8C1 EB                    EX   DE,HL
C8C2 2A32ED                LD   HL,(STACK)
C8C5 19                    ADD  HL,DE
C8C6 E5                    PUSH HL
C8C7 21FF00                LD   HL,0FFH
C8CA EB                    EX   DE,HL
C8CB E1                    POP  HL
C8CC 73                    LD   (HL),E
C8CD C347C9                JP   BACK5
```

（C896–C8B8）（ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に（ＤＥＥＰ１＋１）（ＤＥＥＰ１）の内容を加えさらに１を加えて指定するアドレスの内容を（ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に（ＤＥＥＰ＋１）（ＤＥＥＰ）の内容を加えさらに１を加えて指定するアドレスに格納する

（C8B9–C8CC）（ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に（ＤＥＥＰ１＋１）（ＤＥＥＰ１）の内容を加えさらに１を加えて指定するアドレスにＦＦＨを格納する

（C8CD）『ＢＡＣＫ５』へジャンプする

```
                         ;
C8D0 D5          BACK3:  PUSH DE
C8D1 2A18ED              LD   HL,(DEEP1)
C8D4 EB                  EX   DE,HL
C8D5 210100              LD   HL,1
C8D8 19                  ADD  HL,DE
C8D9 EB                  EX   DE,HL
C8DA 2A32ED              LD   HL,(STACK)
C8DD 19                  ADD  HL,DE
C8DE D1                  POP  DE
C8DF 6E                  LD   L,(HL)
C8E0 2600                LD   H,0
C8E2 EB                  EX   DE,HL
C8E3 D5                  PUSH DE
C8E4 2A16ED              LD   HL,(DEEP)
C8E7 EB                  EX   DE,HL
C8E8 210100              LD   HL,1
C8EB 19                  ADD  HL,DE
C8EC EB                  EX   DE,HL
C8ED 2A32ED              LD   HL,(STACK)
C8F0 19                  ADD  HL,DE
C8F1 D1                  POP  DE
C8F2 6E                  LD   L,(HL)
C8F3 2600                LD   H,0
C8F5 CD1EC1              CALL ISUBO
C8F8 FA10C9              JP   M,BACK4
C8FB 2A18ED              LD   HL,(DEEP1)
C8FE EB                  EX   DE,HL
C8FF 210100              LD   HL,1
C902 19                  ADD  HL,DE
C903 EB                  EX   DE,HL
C904 2A32ED              LD   HL,(STACK)
C907 19                  ADD  HL,DE
C908 E5                  PUSH HL
C909 210000              LD   HL,0
C90C EB                  EX   DE,HL
C90D E1                  POP  HL
C90E 73                  LD   (HL),E
C90F C9                  RET
```

(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容が(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容以上の場合には(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスに0を格納してメイン・ルーチンへもどる

```
                         ;
C910 2A16ED      BACK4:  LD   HL,(DEEP)
C913 EB                  EX   DE,HL
C914 210100              LD   HL,1
C917 19                  ADD  HL,DE
C918 EB                  EX   DE,HL
C919 2A32ED              LD   HL,(STACK)
C91C 19                  ADD  HL,DE
C91D E5                  PUSH HL
C91E D5                  PUSH DE
C91F 2A18ED              LD   HL,(DEEP1)
C922 EB                  EX   DE,HL
```

(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスに格納する

```
C923 210100          LD   HL,1
C926 19              ADD  HL,DE
C927 EB              EX   DE,HL
C928 2A32ED          LD   HL,(STACK)
C92B 19              ADD  HL,DE
C92C D1              POP  DE
C92D 6E              LD   L,(HL)
C92E 2600            LD   H,0
C930 EB              EX   DE,HL
C931 E1              POP  HL
C932 73              LD   (HL),E
C933 2A18ED          LD   HL,(DEEP1)
C936 EB              EX   DE,HL
C937 210100          LD   HL,1
C93A 19              ADD  HL,DE
C93B EB              EX   DE,HL
C93C 2A32ED          LD   HL,(STACK)
C93F 19              ADD  HL,DE
C940 E5              PUSH HL
C941 210000          LD   HL,0
C944 EB              EX   DE,HL
C945 E1              POP  HL
C946 73              LD   (HL),E
C947 2A16ED  BACK5:  LD   HL,(DEEP)
C94A EB              EX   DE,HL
C94B 210000          LD   HL,0
C94E CD1EC1          CALL ISUB0
C951 B3              OR   E
C952 C276C9          JP   NZ,BACK6
C955 D5              PUSH DE
C956 210000          LD   HL,0
C959 EB              EX   DE,HL
C95A 2A32ED          LD   HL,(STACK)
C95D 19              ADD  HL,DE
C95E D1              POP  DE
C95F 6E              LD   L,(HL)
C960 2600            LD   H,0
C962 221CED          LD   (WORK4),HL
C965 D5              PUSH DE
C966 2A1CED          LD   HL,(WORK4)
C969 EB              EX   DE,HL
C96A 2A32ED          LD   HL,(STACK)
C96D 19              ADD  HL,DE
C96E D1              POP  DE
C96F 6E              LD   L,(HL)
C970 2600            LD   H,0
C972 2234ED          LD   (COORD),HL
C975 C9              RET
             ;
C976 2A18ED  BACK6:  LD   HL,(DEEP1)
C979 EB              EX   DE,HL
```

（C933〜C946）(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスに0を格納する

（C947〜C975）(DEEP+1)(DEEP)の内容が0の場合には(STACK+1)(STACK)で指定するアドレスの内容を(WORK4+1)(WORK4)に格納しさらにその値に(STACK+1)(STACK)の内容を加えて指定するアドレスの内容を(COORD+1)(COORD)に格納してメイン・ルーチンへもどる

```
C97A 211000          LD    HL,10H
C97D CD1EC1          CALL  ISUB0
C980 EB              EX    DE,HL
C981 2218ED          LD    (DEEP1),HL
C984 2A18ED          LD    HL,(DEEP1)
C987 EB              EX    DE,HL
C988 210000          LD    HL,0
C98B CD1EC1          CALL  ISUB0
C98E F292C9          JP    P,BACK7
C991 C9              RET
                ;
C992 D5         BACK7:  PUSH  DE
C993 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
C996 EB              EX    DE,HL
C997 211000          LD    HL,10H
C99A CD24C1          CALL  IDIV0
C99D EB              EX    DE,HL
C99E D1              POP   DE
C99F 2A4EED          LD    HL,(DIVWK)
C9A2 EB              EX    DE,HL
C9A3 210800          LD    HL,8
C9A6 CD1EC1          CALL  ISUB0
C9A9 FAAFC9          JP    M,BACK8
C9AC C3E4C9          JP    BACK10
                ;
C9AF D5         BACK8:  PUSH  DE
C9B0 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
C9B3 EB              EX    DE,HL
C9B4 210100          LD    HL,1
C9B7 19              ADD   HL,DE
C9B8 EB              EX    DE,HL
C9B9 2A32ED          LD    HL,(STACK)
C9BC 19              ADD   HL,DE
C9BD D1              POP   DE
C9BE 6E              LD    L,(HL)
C9BF 2600            LD    H,0
C9C1 EB              EX    DE,HL
C9C2 D5              PUSH  DE
C9C3 2A18ED          LD    HL,(DEEP1)
C9C6 EB              EX    DE,HL
C9C7 210100          LD    HL,1
C9CA 19              ADD   HL,DE
C9CB EB              EX    DE,HL
C9CC 2A32ED          LD    HL,(STACK)
C9CF 19              ADD   HL,DE
C9D0 D1              POP   DE
C9D1 6E              LD    L,(HL)
C9D2 2600            LD    H,0
C9D4 CD1EC1          CALL  ISUB0
C9D7 F2DDC9          JP    P,BACK9
C9DA C376C9          JP    BACK6
```

C97A〜C981: (DEEP1+1)(DEEP1)の内容から16を減じる

C984〜C991: (DEEP1+1)(DEEP1)の内容が0未満の場合にはメイン・ルーチンへもどる

C992〜C9AC: (DEEP+1)(DEEP)の内容を16で割った剰余が8以上の場合には『BACK10』へジャンプする

C9AF〜C9DA: (STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容が(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP1+1)(DEEP1)の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容未満の場合には『BACK6』へもどってくり返す

```
                ;
C9DD 210100     BACK9:  LD    HL,1
C9E0 222CED             LD    (ABFLAG),HL
C9E3 C9                 RET
```

（ABFLAG+1）（ABFLAG）を1にセットしてメイン・ルーチンへもどる

```
                ;
C9E4 D5         BACK10:PUSH DE
C9E5 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
C9E8 EB                 EX    DE,HL
C9E9 210100             LD    HL,1
C9EC 19                 ADD   HL,DE
C9ED EB                 EX    DE,HL
C9EE 2A32ED             LD    HL,(STACK)
C9F1 19                 ADD   HL,DE
C9F2 D1                 POP   DE
C9F3 6E                 LD    L,(HL)
C9F4 2600               LD    H,0
C9F6 EB                 EX    DE,HL
C9F7 D5                 PUSH  DE
C9F8 2A18ED             LD    HL,(DEEP1)
C9FB EB                 EX    DE,HL
C9FC 210100             LD    HL,1
C9FF 19                 ADD   HL,DE
CA00 EB                 EX    DE,HL
CA01 2A32ED             LD    HL,(STACK)
CA04 19                 ADD   HL,DE
CA05 D1                 POP   DE
CA06 6E                 LD    L,(HL)
CA07 2600               LD    H,0
CA09 EB                 EX    DE,HL
CA0A CD1EC1             CALL  ISUB0
CA0D F213CA             JP    P,BACK11
CA10 C376C9             JP    BACK6
```

（STACK+1）（STACK）の内容に（DEEP+1）（DEEP）の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容が（STACK+1）（STACK）の内容に（DEEP1+1）（DEEP1）の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容を越える場合には『BACK』へもどってくり返す

```
                ;
CA13 C3DDC9     BACK11:JP     BACK9
```

『BACK9』へもどってくり返す

```
                ;
                ; animation
                ;
CA16 210000     DISP:   LD    HL,0
CA19 2212ED             LD    (COORD2),HL
CA1C 2A10ED             LD    HL,(COORD1)
CA1F EB                 EX    DE,HL
CA20 210400             LD    HL,4
CA23 CD21C1             CALL  IMULT0
CA26 210200             LD    HL,2
CA29 19                 ADD   HL,DE
CA2A 2216ED             LD    (DEEP),HL
CA2D D5                 PUSH  DE
CA2E 210600             LD    HL,6
CA31 EB                 EX    DE,HL
CA32 2A10ED             LD    HL,(COORD1)
CA35 19                 ADD   HL,DE
```

（COORD2+1）（COORD2）に0を格納する

（COORD1+1）（COOD1）の内容を4倍して2を加えたものを（DEEP+1）（DEEP）に格納する

```
CA36 EB                EX    DE,HL
CA37 2A38ED            LD    HL,(BOARD)
CA3A 19                ADD   HL,DE
CA3B D1                POP   DE
CA3C 6E                LD    L,(HL)
CA3D 2600              LD    H,0
CA3F EB                EX    DE,HL
CA40 210000            LD    HL,0
CA43 EB                EX    DE,HL
CA44 CD1EC1            CALL  ISUB0
CA47 F24DCA            JP    P,DISP1
CA4A C317CB            JP    DISP9
```

(BOARD+1)(BOARD)の内容に6を加えさらに(COORD1+1)(COORD1)の内容を加えて指定するアドレスの内容が0を越える場合には「DISP9」へジャンプする

```
                ;
CA4D 110000     DISP1: LD    DE,0
CA50 CD53CA            CALL  DISP2
```

プログラム・カウンタ(PC)の値をスタックへ退避する

```
CA53 D5         DISP2: PUSH  DE
```

0をスタックへ退避する

```
CA54 2A12ED            LD    HL,(COORD2)
CA57 EB                EX    DE,HL
CA58 210300            LD    HL,3
CA5B CD21C1            CALL  IMULT0
CA5E 210600            LD    HL,6
CA61 19                ADD   HL,DE
CA62 2218ED            LD    (DEEP1),HL
CA65 2A12ED            LD    HL,(COORD2)
CA68 EB                EX    DE,HL
CA69 210300            LD    HL,3
CA6C CD21C1            CALL  IMULT0
CA6F 210800            LD    HL,8
CA72 19                ADD   HL,DE
CA73 EB                EX    DE,HL
CA74 CD77CA            CALL  DISP3
CA77 D5         DISP3: PUSH  DE
```

(DEEP1+1)(DEEP1)をループ・カウンタとして(COORD2+1)(COORD2)の内容を3倍して6を加えた値から3倍して8を加えた値まで3回のくり返し処理を行う

```
CA78 CD46CB            CALL  DSUB
```

1個の石を表示する

```
CA7B 210100            LD    HL,1
CA7E 221CED            LD    (WORK4),HL
CA81 21F401            LD    HL,500
CA84 EB                EX    DE,HL
CA85 CD88CA            CALL  DISP4
CA88 D5         DISP4: PUSH  DE
CA89 2A1CED            LD    HL,(WORK4)
CA8C EB                EX    DE,HL
CA8D 210100            LD    HL,1
CA90 19                ADD   HL,DE
CA91 221CED            LD    (WORK4),HL
CA94 D1                POP   DE
CA95 D5                PUSH  DE
CA96 CD1EC1            CALL  ISUB0
CA99 D1                POP   DE
CA9A E1                POP   HL
CA9B FAA0CA            JP    M,DISP5
CA9E E5                PUSH  HL
```

(WORK4+1)(WORK4)をループ・カウンタとして500回のくり返し処理を行い時間を浪費する

```
CA9F E9                JP    (HL)
                ;
CAA0 CD37CC     DISP5: CALL  DERA1
CAA3 2A18ED            LD    HL,(DEEP1)
CAA6 EB                EX    DE,HL
CAA7 210100            LD    HL,1
CAAA 19                ADD   HL,DE
CAAB 2218ED            LD    (DEEP1),HL
CAAE D1                POP   DE
CAAF D5                PUSH  DE
CAB0 CD1EC1            CALL  ISUB0
CAB3 D1                POP   DE
CAB4 E1                POP   HL
CAB5 FABACA            JP    M,DISP6
CAB8 E5                PUSH  HL
CAB9 E9                JP    (HL)
                ;
CABA 2A12ED     DISP6: LD    HL,(COORD2)
CABD EB                EX    DE,HL
CABE 210100            LD    HL,1
CAC1 19                ADD   HL,DE
CAC2 2212ED            LD    (COORD2),HL
CAC5 D5                PUSH  DE
CAC6 D5                PUSH  DE
CAC7 2A12ED            LD    HL,(COORD2)
CACA EB                EX    DE,HL
CACB 210100            LD    HL,1
CACE 19                ADD   HL,DE
CACF EB                EX    DE,HL
CAD0 210600            LD    HL,6
CAD3 CD21C1            CALL  IMULT0
CAD6 2A10ED            LD    HL,(COORD1)
CAD9 19                ADD   HL,DE
CADA EB                EX    DE,HL
CADB 2A38ED            LD    HL,(BOARD)
CADE 19                ADD   HL,DE
CADF D1                POP   DE
CAE0 6E                LD    L,(HL)
CAE1 2600              LD    H,0
CAE3 EB                EX    DE,HL
CAE4 210000            LD    HL,0
CAE7 EB                EX    DE,HL
CAE8 CD1EC1            CALL  ISUB0
CAEB 110000            LD    DE,0
CAEE F2F2CA            JP    P,DISP7
CAF1 1C                INC   E
CAF2 EB         DISP7: EX    DE,HL
CAF3 D1                POP   DE
CAF4 EB                EX    DE,HL
CAF5 D5                PUSH  DE
CAF6 2A12ED            LD    HL,(COORD2)
```

石の上段を消去する

(DEEP1+1)(DEEP1)をループ・カウンタとするくり返し処理の終了をチェックする

(COORD2+1)(COORD2)の内容に1を加える

(BOARD+1)(BOARD)の内容に(COORD2+1)(COORD2)の内容を加え1を加え6倍してさらに(COORD1+1)(COORD1)の内容を加えて指定するアドレスの内容が0以下でかつ(COORD2+1)(COORD2)の内容が4以下の場合にのみ『DISP2』にもどってくり返す

```
CAF9 EB                 EX    DE,HL
CAFA 210400             LD    HL,4
CAFD EB                 EX    DE,HL
CAFE CD1EC1             CALL  ISUB0
CB01 110000             LD    DE,0
CB04 F208CB             JP    P,DISP8
CB07 1C                 INC   E
CB08 EB         DISP8:  EX    DE,HL
CB09 D1                 POP   DE
CB0A 19                 ADD   HL,DE
CB0B D1                 POP   DE
CB0C D5                 PUSH  DE
CB0D CD1EC1             CALL  ISUB0
CB10 D1                 POP   DE
CB11 E1                 POP   HL
CB12 FA17CB             JP    M,DISP9
CB15 E5                 PUSH  HL
CB16 E9                 JP    (HL)
                ;
CB17 2A12ED     DISP9:  LD    HL,(COORD2)
CB1A EB                 EX    DE,HL
CB1B 210300             LD    HL,3
CB1E CD21C1             CALL  IMULT0
CB21 210600             LD    HL,6
CB24 19                 ADD   HL,DE
CB25 2218ED             LD    (DEEP1),HL
CB28 CD46CB             CALL  DSUB
CB2B 2A12ED             LD    HL,(COORD2)
CB2E EB                 EX    DE,HL
CB2F 210600             LD    HL,6
CB32 CD21C1             CALL  IMULT0
CB35 2A10ED             LD    HL,(COORD1)
CB38 19                 ADD   HL,DE
CB39 EB                 EX    DE,HL
CB3A 2A38ED             LD    HL,(BOARD)
CB3D 19                 ADD   HL,DE
CB3E E5                 PUSH  HL
CB3F 2A06ED             LD    HL,(STONE)
CB42 EB                 EX    DE,HL
CB43 E1                 POP   HL
CB44 73                 LD    (HL),E
CB45 C9                 RET
                ;
                ; display a stone
                ;
CB46 2A06ED     DSUB:   LD    HL,(STONE)
CB49 EB                 EX    DE,HL
CB4A 210100             LD    HL,1
CB4D CD1EC1             CALL  ISUB0
CB50 B3                 OR    E
CB51 C263CB             JP    NZ,DSUB1
```

CB17–CB25: (COORD2+1)(COORD2)の内容を3倍し6を加えた値を(DEEP1+1)(DEEP1)に格納する

CB28: 最終位置に石を表示する

CB2B–CB44: (BOARD+1)(BOARD)の内容に(COORD2+1)(COORD2)の内容を加え6倍してさらに(COORD1+1)(COORD1)の内容を加えて指定するアドレスに(STONE+1)(STONE)の内容を格納する

CB45: メイン・ルーチンへもどる

```
CB54 210000             LD    HL,0            (STONE+1)(STONE)の内容
CB57 EB                 EX    DE,HL           が1の場合にはカラーを黄色に設定する
CB58 2A2EED             LD    HL,(PATR)
CB5B 19                 ADD   HL,DE
CB5C E5                 PUSH  HL
CB5D 21C800             LD    HL,0C8H
CB60 EB                 EX    DE,HL
CB61 E1                 POP   HL
CB62 73                 LD    (HL),E
CB63 2A06ED    DSUB1:   LD    HL,(STONE)
CB66 EB                 EX    DE,HL
CB67 210200             LD    HL,2
CB6A CD1EC1             CALL  ISUB0
CB6D B3                 OR    E
CB6E C280CB             JP    NZ,DSUB2
CB71 210000             LD    HL,0            (STONE+1)(STONE)の内容
CB74 EB                 EX    DE,HL           が2の場合にはカラーを水色に設定する
CB75 2A2EED             LD    HL,(PATR)
CB78 19                 ADD   HL,DE
CB79 E5                 PUSH  HL
CB7A 21A800             LD    HL,0A8H
CB7D EB                 EX    DE,HL
CB7E E1                 POP   HL
CB7F 73                 LD    (HL),E
CB80 210100    DSUB2:   LD    HL,1
CB83 EB                 EX    DE,HL
CB84 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
CB87 19                 ADD   HL,DE           カーソルの横位置を(DEEP+1)(D
CB88 E5                 PUSH  HL              EEP)の内容によって指定する
CB89 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
CB8C EB                 EX    DE,HL
CB8D E1                 POP   HL
CB8E 73                 LD    (HL),E
CB8F 210000             LD    HL,0
CB92 EB                 EX    DE,HL
CB93 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
CB96 19                 ADD   HL,DE
CB97 E5                 PUSH  HL              カーソルの縦位置を(DEEP1+1)(D
CB98 2A18ED             LD    HL,(DEEP1)      EEP1)の内容によって指定する
CB9B EB                 EX    DE,HL
CB9C E1                 POP   HL
CB9D 73                 LD    (HL),E
CB9E C3A5CB             JP    DSUB3
                        ;
CBA1 86868686  MSG1:    DB    '████'
                        ;
CBA5 0603      DSUB3:   LD    B,3             石の上段を表示する
CBA7 21A1CB             LD    HL,MSG1
CBAA 7E        DSUB4:   LD    A,(HL)
CBAB CD39C1             CALL  OTCHR0
CBAE 23                 INC   HL
```

```
CBAF 10F9               DJNZ  DSUB4
                  ;
CBB1 210100             LD    HL,1
CBB4 EB                 EX    DE,HL
CBB5 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
CBB8 19                 ADD   HL,DE
CBB9 E5                 PUSH  HL
CBBA 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
CBBD EB                 EX    DE,HL
CBBE E1                 POP   HL
CBBF 73                 LD    (HL),E
```

カーソルの横位置を(DEEP+1)(DEEP)の内容によって指定する

```
CBC0 210000             LD    HL,0
CBC3 EB                 EX    DE,HL
CBC4 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
CBC7 19                 ADD   HL,DE
CBC8 E5                 PUSH  HL
CBC9 2A18ED             LD    HL,(DEEP1)
CBCC EB                 EX    DE,HL
CBCD 210100             LD    HL,1
CBD0 19                 ADD   HL,DE
CBD1 EB                 EX    DE,HL
CBD2 E1                 POP   HL
CBD3 73                 LD    (HL),E
```

カーソルの縦位置を(DEEP1+1)(DEEP1)の内容に1を加えた値に指定する

```
CBD4 C3DACB             JP    DSUB5
                  ;
CBD7 878787       MSG2: DB    '■■■'
                  ;
CBDA 0603         DSUB5: LD   B,3
CBDC 21D7CB             LD    HL,MSG2
CBDF 7E           DSUB6: LD   A,(HL)
CBE0 CD39C1             CALL  OTCHR0
CBE3 23                 INC   HL
CBE4 10F9               DJNZ  DSUB6
```

石の中段を表示する

```
                  ;
CBE6 210100             LD    HL,1
CBE9 EB                 EX    DE,HL
CBEA 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
CBED 19                 ADD   HL,DE
CBEE E5                 PUSH  HL
CBEF 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
CBF2 EB                 EX    DE,HL
CBF3 E1                 POP   HL
CBF4 73                 LD    (HL),E
```

カーソルの横位置を(DEEP+1)(DEEP)の内容によって指定する

```
CBF5 210000             LD    HL,0
CBF8 EB                 EX    DE,HL
CBF9 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
CBFC 19                 ADD   HL,DE
CBFD E5                 PUSH  HL
CBFE 2A18ED             LD    HL,(DEEP1)
CC01 EB                 EX    DE,HL
CC02 210200             LD    HL,2
```

カーソルの縦位置を(DEEP1+1)(DEEP1)の内容に2を加えた値に指定する

```
CC05 19                 ADD  HL,DE
CC06 EB                 EX   DE,HL
CC07 E1                 POP  HL
CC08 73                 LD   (HL),E
CC09 C30FCC             JP   DSUB7
                ;
CC0C 878787     MSG3:   DB   '■■■'
                ;
CC0F 0603       DSUB7:  LD   B,3          石の下段を表示する
CC11 210CCC             LD   HL,MSG3
CC14 7E         DSUB8:  LD   A,(HL)
CC15 CD39C1             CALL OTCHR0
CC18 23                 INC  HL
CC19 10F9               DJNZ DSUB8
                ;
CC1B 210000             LD   HL,0
CC1E EB                 EX   DE,HL
CC1F 2A2EED             LD   HL,(PATR)
CC22 19                 ADD  HL,DE
CC23 E5                 PUSH HL           カラーを白色にもどす
CC24 21E800             LD   HL,0E8H
CC27 EB                 EX   DE,HL
CC28 E1                 POP  HL
CC29 73                 LD   (HL),E
CC2A C9                 RET               メインルーチンへもどる
                ;
                ; erase 3 characters
                ;
CC2B 212400     DERA:   LD   HL,24H
CC2E 2216ED             LD   (DEEP),HL    カーソル位置を座標(36, 20)に指定する
CC31 211400             LD   HL,14H
CC34 2218ED             LD   (DEEP1),HL
CC37 210100     DERA1:  LD   HL,1
CC3A EB                 EX   DE,HL
CC3B 2A36ED             LD   HL,(PCUS)
CC3E 19                 ADD  HL,DE
CC3F E5                 PUSH HL
CC40 2A16ED             LD   HL,(DEEP)
CC43 EB                 EX   DE,HL
CC44 E1                 POP  HL
CC45 73                 LD   (HL),E       上記指定位置までカーソルを移動する
CC46 210000             LD   HL,0
CC49 EB                 EX   DE,HL
CC4A 2A36ED             LD   HL,(PCUS)
CC4D 19                 ADD  HL,DE
CC4E E5                 PUSH HL
CC4F 2A18ED             LD   HL,(DEEP1)
CC52 EB                 EX   DE,HL
CC53 E1                 POP  HL
CC54 73                 LD   (HL),E
CC55 C35BCC             JP   DERA2
```

```
                        ;
CC58 202020       MSG4:   DB    '   '
                        ;
CC5B 0603         DERA2:  LD    B,3              } 3個の空白を表示する
CC5D 2158CC               LD    HL,MSG4
CC60 7E           DERA3:  LD    A,(HL)
CC61 CD39C1               CALL  OTCHR0
CC64 23                   INC   HL
CC65 10F9                 DJNZ  DERA3
                        ;
CC67 C9                   RET                    } メインルーチンへもどる
                        ;
                        ; ring the bell
                        ;
CC68 3E20         BELL:   LD    A,20H            } ブザーの鳴動を開始する
CC6A D340                 OUT   (40H),A
CC6C 210100               LD    HL,1
CC6F 221CED               LD    (WORK4),HL
CC72 21F401               LD    HL,500
CC75 EB                   EX    DE,HL
CC76 CD79CC               CALL  BELL1
CC79 D5           BELL1:  PUSH  DE
CC7A 2A1CED               LD    HL,(WORK4)
CC7D EB                   EX    DE,HL
CC7E 210100               LD    HL,1             } (WORK4+1)(WORK4)をルー
CC81 19                   ADD   HL,DE              プ・カウンタとして500回のくり返し
CC82 221CED               LD    (WORK4),HL         処理を行い時間を浪費する
CC85 D1                   POP   DE
CC86 D5                   PUSH  DE
CC87 CD1EC1               CALL  ISUB0
CC8A D1                   POP   DE
CC8B E1                   POP   HL
CC8C FA91CC               JP    M,BELL2
CC8F E5                   PUSH  HL
CC90 E9                   JP    (HL)
                        ;
CC91 AF           BELL2:  XOR   A                } ブザーの鳴動を停止する
CC92 D340                 OUT   (40H),A
CC94 C9                   RET
                        ;
CC95                      END
```

▲PC-8001mkII本体背面
◀PC-8001mkII本体正面

《第118図》2次元4目ならべ・メインルーチン・アセンブル・リスト

```
                    ;
                    ;*********************
                    ;
                    ;  2d4m main routine
                    ;
                    ;*********************
                    ;
08F7                SETCON:EQU   08F7H
093A                SETWID:EQU   093AH
5C66                MONHOT:EQU   5C66H
C103                CHAR0: EQU   0C103H
C106                TAB0:  EQU   0C106H
C109                CRLF0: EQU   0C109H
C112                INKEY0:EQU   0C112H
C11E                ISUB0: EQU   0C11EH
C121                IMULT0:EQU   0C121H
C124                IDIV0: EQU   0C124H
C12A                MINUS0:EQU   0C12AH
C12D                RND0:  EQU   0C12DH
C139                OTCHR0:EQU   0C139H
C400                EMPTY: EQU   0C400H
C503                LIST:  EQU   0C503H
C5CE                VAL:   EQU   0C5CEH
C810                BACK:  EQU   0C810H
CA16                DISP:  EQU   0CA16H
CB46                DSUB:  EQU   0CB46H
CC2A                DERA:  EQU   0CC2AH
CC67                BELL:  EQU   0CC67H
EA5B                ATRCOD:EQU   0EA5BH
EA5D                ROLLIN:EQU   0EA5DH
EA63                CUSPOS:EQU   0EA63H
ED06                SOTNE: EQU   0ED06H
ED08                PLAYS: EQU   0ED08H
```

```
ED0A              PLAYER:EQU   0ED0AH
ED0C              STONE1:EQU   0ED0CH
ED10              COORD1:EQU   0ED10H
ED12              COORD2:EQU   0ED12H
ED16              DEEP:  EQU   0ED16H
ED18              DEEP1: EQU   0ED18H
ED1C              WORK4: EQU   0ED1CH
ED28              VALUE: EQU   0ED28H
ED2A              RDEEP: EQU   0ED2AH
ED2C              ABFLAG:EQU   0ED2CH
ED2E              PATR:  EQU   0ED2EH
ED30              VECTOR:EQU   0ED30H
ED32              STACK: EQU   0ED32H
ED34              COORD: EQU   0ED34H
ED36              PCUS:  EQU   0ED36H
ED38              BOARD: EQU   0ED38H
ED4E              DIVWK: EQU   0ED4EH
                  ;
                         ORG   0CC94H
                  ;
                  ; main routine
                  ;
CC94 011928       MAIN:  LD    BC,2819H        } 36桁×25行モードに設定する
CC97 CD3A09              CALL  SETWID          }
CC9A 211801              LD    HL,0118H        } スクリーン全体をスクロール・エリアに
CC9D 225DEA              LD    (ROLLIN),HL     } 設定する
CCA0 01FF00              LD    BC,0FFH         } カラー・モードでファンクション・キー
CCA3 CDF708              CALL  SETCON          } 表示無に設定する
                  ;
CCA6 2100C4              LD    HL,EMPTY        } 評価テーブルの先頭アドレスを（BOA
CCA9 2238ED              LD    (BOARD),HL      } RD+1）（BOARD)に格納する
CCAC 2A38ED              LD    HL,(BOARD)      }
CCAF EB                  EX    DE,HL           } (BOARD+1) (BOARD) に36
CCB0 212400              LD    HL,24H          } を加えたものを(VECTOR+1) (V
CCB3 19                  ADD   HL,DE           } ECTOR) に格納する
CCB4 2230ED              LD    (VECTOR),HL     }
CCB7 2A30ED              LD    HL,(VECTOR)     }
CCBA EB                  EX    DE,HL           } (VECTOR+1) (VECTOR) に
CCBB 210800              LD    HL,8            } 8を加えたものを(STACK+1) (S
CCBE 19                  ADD   HL,DE           } TACK) に格納する
CCBF 2232ED              LD    (STACK),HL      }
CCC2 2163EA              LD    HL,CUSPOS       } カーソル指定に使用するワーク・エリア
CCC5 2236ED              LD    (PCUS),HL       } のアドレスを(PCUS+1) (PCUS)
                                                 に格納する
CCC8 215BEA              LD    HL,ATRCOD       } カラー指定に使用するワーク・エリアの
CCCB 222EED              LD    (PATR),HL       } アドレスを(PATR+1) (PATR)
                                                 に格納する
CCCE 210100              LD    HL,1            }
CCD1 EB                  EX    DE,HL           }
CCD2 2A2EED              LD    HL,(PATR)       }
CCD5 19                  ADD   HL,DE           } スクリーンの最大桁を80桁に設定する
CCD6 E5                  PUSH  HL              }
CCD7 215000              LD    HL,50H          }
```

```
CCDA EB         EX   DE,HL
CCDB E1         POP  HL
CCDC 73         LD   (HL),E
CCDD 210000     LD   HL,0         ┐
CCE0 EB         EX   DE,HL        │
CCE1 2A30ED     LD   HL,(VECTOR)  │
CCE4 19         ADD  HL,DE        │ (VECTOR+1)(VECTOR)に
CCE5 E5         PUSH HL           │ 格納された内容によって指定するアドレ
CCE6 210100     LD   HL,1         │ スに1を格納する
CCE9 EB         EX   DE,HL        │
CCEA E1         POP  HL           │
CCEB 73         LD   (HL),E       ┘
CCEC 210100     LD   HL,1         ┐
CCEF EB         EX   DE,HL        │
CCF0 2A30ED     LD   HL,(VECTOR)  │
CCF3 19         ADD  HL,DE        │ (VECTOR+1)(VECTOR)に
CCF4 E5         PUSH HL           │ 格納された内容によって指定するアドレ
CCF5 210000     LD   HL,0         │ スに1を加えたアドレスに0を格納する
CCF8 EB         EX   DE,HL        │
CCF9 E1         POP  HL           │
CCFA 73         LD   (HL),E       ┘
CCFB 210200     LD   HL,2         ┐
CCFE EB         EX   DE,HL        │
CCFF 2A30ED     LD   HL,(VECTOR)  │
CD02 19         ADD  HL,DE        │ (VECTOR+1)(VECTOR)に
CD03 E5         PUSH HL           │ 格納された内容によって指定するアドレ
CD04 210100     LD   HL,1         │ スに2を加えたアドレスに1を格納する
CD07 EB         EX   DE,HL        │
CD08 E1         POP  HL           │
CD09 73         LD   (HL),E       ┘
CD0A 210300     LD   HL,3         ┐
CD0D EB         EX   DE,HL        │
CD0E 2A30ED     LD   HL,(VECTOR)  │
CD11 19         ADD  HL,DE        │ (VECTOR+1)(VECTOR)に
CD12 E5         PUSH HL           │ 格納された内容によって指定するアドレ
CD13 210100     LD   HL,1         │ スに3を加えたアドレスに1を格納する
CD16 EB         EX   DE,HL        │
CD17 E1         POP  HL           │
CD18 73         LD   (HL),E       ┘
CD19 210400     LD   HL,4         ┐
CD1C EB         EX   DE,HL        │
CD1D 2A30ED     LD   HL,(VECTOR)  │
CD20 19         ADD  HL,DE        │ (VECTOR+1)(VECTOR)に
CD21 E5         PUSH HL           │ 格納された内容によって指定するアドレ
CD22 210000     LD   HL,0         │ スに4を加えたアドレスに0を格納する
CD25 EB         EX   DE,HL        │
CD26 E1         POP  HL           │
CD27 73         LD   (HL),E       ┘
CD28 210500     LD   HL,5         ┐
CD2B EB         EX   DE,HL        │
CD2C 2A30ED     LD   HL,(VECTOR)  │
```

```
CD2F 19                 ADD  HL,DE
CD30 E5                 PUSH HL
CD31 210100             LD   HL,1
CD34 EB                 EX   DE,HL
CD35 E1                 POP  HL
CD36 73                 LD   (HL),E
CD37 210600             LD   HL,6
CD3A EB                 EX   DE,HL
CD3B 2A30ED             LD   HL,(VECTOR)
CD3E 19                 ADD  HL,DE
CD3F E5                 PUSH HL
CD40 D5                 PUSH DE
CD41 210100             LD   HL,1
CD44 EB                 EX   DE,HL
CD45 CD2AC1             CALL MINUSO
CD48 EB                 EX   DE,HL
CD49 D1                 POP  DE
CD4A EB                 EX   DE,HL
CD4B E1                 POP  HL
CD4C 73                 LD   (HL),E
CD4D 210700             LD   HL,7
CD50 EB                 EX   DE,HL
CD51 2A30ED             LD   HL,(VECTOR)
CD54 19                 ADD  HL,DE
CD55 E5                 PUSH HL
CD56 210100             LD   HL,1
CD59 EB                 EX   DE,HL
CD5A E1                 POP  HL
CD5B 73                 LD   (HL),E
CD5C 210000     MAIN1:  LD   HL,0
CD5F 221CED             LD   (WORK4),HL
CD62 212300             LD   HL,23H
CD65 EB                 EX   DE,HL
CD66 CD69CD             CALL MAIN2
CD69 D5         MAIN2:  PUSH DE
CD6A 2A1CED             LD   HL,(WORK4)
CD6D EB                 EX   DE,HL
CD6E 2A38ED             LD   HL,(BOARD)
CD71 19                 ADD  HL,DE
CD72 E5                 PUSH HL
CD73 210000             LD   HL,0
CD76 EB                 EX   DE,HL
CD77 E1                 POP  HL
CD78 73                 LD   (HL),E
CD79 2A1CED             LD   HL,(WORK4)
CD7C EB                 EX   DE,HL
CD7D 210100             LD   HL,1
CD80 19                 ADD  HL,DE
CD81 221CED             LD   (WORK4),HL
CD84 D1                 POP  DE
CD85 D5                 PUSH DE
```

(CD2F–CD36) (VECTOR+1)(VECTOR)に格納された内容によって指定するアドレスに5を加えたアドレスに1を格納する

(CD37–CD4C) (VECTOR+1)(VECTOR)に格納された内容によって指定するアドレスに6を加えたアドレスに−1を格納する

(CD4D–CD5B) (VECTOR+1)(VECTOR)に格納された内容によって指定するアドレスに7を加えたアドレスに1を格納する

(CD5C–CD66) (WORK4+1)(WORK4)をループ・カウンタとして0から35までくり返す

(CD69–CD78) (BOARD+1)(BOARD)に格納された内容にループ・カウンタを加えて指定するアドレスに0を格納する

(CD79–) (WORK4+1)(WORK4)をループ・カウンタとするくり返し処理の終了をチェックする

```
CD86 CD1EC1              CALL  ISUB0
CD89 D1                  POP   DE
CD8A E1                  POP   HL
CD8B FA90CD              JP    M,MAIN3
CD8E E5                  PUSH  HL
CD8F E9                  JP    (HL)
                ;
CD90 210C00     MAIN3:   LD    HL,0CH      } スクリーン・クリアを行う
CD93 EB                  EX    DE,HL
CD94 7B                  LD    A,E
CD95 CD03C1              CALL  CHAR0
CD98 211B00              LD    HL,1BH      } ２７個の空白を表示する
CD9B EB                  EX    DE,HL
CD9C CD06C1              CALL  TAB0
CD9F C3ACCD              JP    MAIN4       } １０個のアスタリスクを表示する
                ;
CDA2 2A2A2A2A   MSG5:    DB    '**********'
CDA6 2A2A2A2A
CDAA 2A2A
                ;
CDAC 060A       MAIN4:   LD    B,10
CDAE 21A2CD              LD    HL,MSG5
CDB1 7E         MAIN5:   LD    A,(HL)
CDB2 CD39C1              CALL  OTCHR0
CDB5 23                  INC   HL
CDB6 10F9                DJNZ  MAIN5
                ;
CDB8 CD09C1              CALL  CRLF0       } 改行する
CDBB 211B00              LD    HL,1BH      } ２７個の空白を表示する
CDBE EB                  EX    DE,HL
CDBF CD06C1              CALL  TAB0
CDC2 C3CFCD              JP    MAIN6       } タイトルを表示する
                ;
CDC5 2A2A2032   MSG6:    DB    '** 2D4M **'
CDC9 44344D20
CDCD 2A2A
                ;
CDCF 060A       MAIN6:   LD    B,10
CDD1 21C5CD              LD    HL,MSG6
CDD4 7E         MAIN7:   LD    A,(HL)
CDD5 CD39C1              CALL  OTCHR0
CDD8 23                  INC   HL
CDD9 10F9                DJNZ  MAIN7
                ;
CDDB CD09C1              CALL  CRLF0       } 改行する
CDDE C306CE              JP    MAIN8
                ;
CDE1 205B315D   MSG7:    DB    ' [1] [2] [3] [4] [5] [6]   '
CDE5 205B325D
CDE9 205B335D
CDED 205B345D
```

```
CDF1 205B355D
CDF5 205B365D
CDF9 202020                                  ゲーム・ボードを表示するI
CDFC 2A2A2A2A          DB    '**********'
CE00 2A2A2A2A
CE04 2A2A
                  ;
CE06 0625         MAIN8: LD    B,37
CE08 21E1CD              LD    HL,MSG7
CE0B 7E           MAIN9: LD    A,(HL)
CE0C CD39C1              CALL  OTCHR0
CE0F 23                  INC   HL
CE10 10F9                DJNZ  MAIN9
                  ;
CE12 CD09C1              CALL  CRLF0         ２回改行する
CE15 CD09C1              CALL  CRLF0
CE18 C334CE              JP    MAIN10
                  ;
CE1B 87878787     MSG8:  DB    '■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■'
CE1F 87878787
CE23 87878787
CE27 87878787
CE2B 87878787
CE2F 87878787                                ゲーム・ボードを表示するII
CE33 87
                  ;
CE34 0619         MAIN10:LD    B,25
CE36 211BCE              LD    HL,MSG8
CE39 7E           MAIN11:LD    A,(HL)
CE3A CD39C1              CALL  OTCHR0
CE3D 23                  INC   HL
CE3E 10F9                DJNZ  MAIN11
                  ;
CE40 CD09C1              CALL  CRLF0         改行する
CE43 210100              LD    HL,1
CE46 221CED              LD    (WORK4),HL    (WORK4+1)(WORK4)をルー
CE49 211200              LD    HL,12H        プ・カウンタとして１から１８までくり
CE4C EB                  EX    DE,HL         返す
CE4D CD50CE              CALL  MAIN12
CE50 D5           MAIN12:PUSH  DE
CE51 C36DCE              JP    MAIN13
                  ;
CE54 87202020     MSG9:  DB    '■   ■   ■   ■   ■   ■   ■'
CE58 87202020
CE5C 87202020
CE60 87202020
CE64 87202020
CE68 87202020                                ゲーム・ボードを表示するIII
CE6C 87
                  ;
CE6D 0619         MAIN13:LD    B,25
```

```
CE6F 2154CE              LD   HL,MSG9
CE72 7E        MAIN14:LD   A,(HL)
CE73 CD39C1              CALL OTCHR0
CE76 23                  INC  HL
CE77 10F9                DJNZ MAIN14
               ;
CE79 CD09C1              CALL CRLF0          } 改行する
CE7C 2A1CED              LD   HL,(WORK4)
CE7F EB                  EX   DE,HL
CE80 210100              LD   HL,1
CE83 19                  ADD  HL,DE
CE84 221CED              LD   (WORK4),HL
CE87 D1                  POP  DE               (WORK4+1)(WORK4)をルー
CE88 D5                  PUSH DE             } プ・カウンタとするくり返し処理の終了
CE89 CD1EC1              CALL ISUB0            をチェックする
CE8C D1                  POP  DE
CE8D E1                  POP  HL
CE8E FA93CE              JP   M,MAIN15
CE91 E5                  PUSH HL
CE92 E9                  JP   (HL)
               ;
CE93 C3AFCE    MAIN15:JP   MAIN16
               ;
CE96 87868686  MSG10: DB
CE9A 87868686
CE9E 87868686
CEA2 87868686
CEA6 87868686
CEAA 87868686                                } ゲーム・ボードを表示するⅣ
CEAE 87
               ;
CEAF 0619      MAIN16:LD   B,25
CEB1 2196CE              LD   HL,MSG10
CEB4 7E        MAIN17:LD   A,(HL)
CEB5 CD39C1              CALL OTCHR0
CEB8 23                  INC  HL
CEB9 10F9                DJNZ MAIN17
               ;
CEBB 210100              LD   HL,1
CEBE EB                  EX   DE,HL
CEBF 2A36ED              LD   HL,(PCUS)
CEC2 19                  ADD  HL,DE
CEC3 E5                  PUSH HL
CEC4 211C00              LD   HL,1CH
CEC7 EB                  EX   DE,HL
CEC8 E1                  POP  HL
CEC9 73                  LD   (HL),E
CECA 210000              LD   HL,0           } カーソルを座標(28, 6)に移動する
CECD EB                  EX   DE,HL
CECE 2A36ED              LD   HL,(PCUS)
CED1 19                  ADD  HL,DE
```

```
CED2 E5                PUSH HL
CED3 210600            LD   HL,6
CED6 EB                EX   DE,HL
CED7 E1                POP  HL
CED8 73                LD   (HL),E
CED9 C3DFCE            JP   MAIN18
                ;
CEDC C3D6D0     MSG11: DB   'テヨミ'                    } メッセージを表示する
                ;
CEDF 0603       MAIN18:LD   B,3
CEE1 21DCCE            LD   HL,MSG11
CEE4 7E         MAIN19:LD   A,(HL)
CEE5 CD39C1            CALL OTCHR0
CEE8 23                INC  HL
CEE9 10F9              DJNZ MAIN19
                ;
CEEB 210100     MAIN20:LD   HL,1
CEEE EB                EX   DE,HL
CEEF 2A36ED            LD   HL,(PCUS)
CEF2 19                ADD  HL,DE
CEF3 E5                PUSH HL
CEF4 211E00            LD   HL,1EH
CEF7 EB                EX   DE,HL
CEF8 E1                POP  HL
CEF9 73                LD   (HL),E               } カーソルを座標(30, 8)に移動する
CEFA 210000            LD   HL,0
CEFD EB                EX   DE,HL
CEFE 2A36ED            LD   HL,(PCUS)
CF01 19                ADD  HL,DE
CF02 E5                PUSH HL
CF03 210800            LD   HL,8
CF06 EB                EX   DE,HL
CF07 E1                POP  HL
CF08 73                LD   (HL),E
CF09 C313CF            JP   MAIN21
                ;
CF0C 28332D39   MSG12: DB   '(3-9)? '
CF10 293F20
                ;
CF13 0607       MAIN21:LD   B,7                  } メッセージを表示する
CF15 210CCF            LD   HL,MSG12
CF18 7E         MAIN22:LD   A,(HL)
CF19 CD39C1            CALL OTCHR0
CF1C 23                INC  HL
CF1D 10F9              DJNZ MAIN22
                ;
CF1F CD67CC            CALL BELL                 } 入力を促すためブザーを鳴らす
CF22 CD12C1            CALL INKEY0               } キーボードからの1文字入力を行う
CF25 6F                LD   L,A
CF26 2600              LD   H,0                  } 入力したキャラクタ・コードを(RDEEP+1)(RDEEP)に格納する
CF28 222AED            LD   (RDEEP),HL
```

```
CF2B 2A2AED           LD    HL,(RDEEP)
CF2E EB               EX    DE,HL
CF2F 210300           LD    HL,3
CF32 CD1EC1           CALL  ISUB0
CF35 B3               OR    E
CF36 C23CCF           JP    NZ,MAIN23
CF39 C3665C           JP    MONHOT
```
ストップ・キーの場合にはシステム・モニタへジャンプする

```
                ;
CF3C 2A2AED     MAIN23:LD    HL,(RDEEP)
CF3F EB               EX    DE,HL
CF40 213000           LD    HL,30H
CF43 CD1EC1           CALL  ISUB0
CF46 EB               EX    DE,HL
CF47 222AED           LD    (RDEEP),HL
```
今入力した(RDEEP+1)(RDEEP)から30Hを減じる

```
CF4A D5               PUSH  DE
CF4B 2A2AED           LD    HL,(RDEEP)
CF4E EB               EX    DE,HL
CF4F 210300           LD    HL,3
CF52 CD1EC1           CALL  ISUB0
CF55 110000           LD    DE,0
CF58 F25CCF           JP    P,MAIN24
CF5B 1C               INC   E
CF5C EB         MAIN24:EX    DE,HL
CF5D D1               POP   DE
CF5E EB               EX    DE,HL
CF5F D5               PUSH  DE
CF60 2A2AED           LD    HL,(RDEEP)
CF63 EB               EX    DE,HL
CF64 210900           LD    HL,9
CF67 EB               EX    DE,HL
CF68 CD1EC1           CALL  ISUB0
CF6B 110000           LD    DE,0
CF6E F272CF           JP    P,MAIN25
CF71 1C               INC   E
CF72 EB         MAIN25:EX    DE,HL
CF73 D1               POP   DE
CF74 19               ADD   HL,DE
CF75 EB               EX    DE,HL
CF76 7B               LD    A,E
CF77 B2               OR    D
CF78 CA7ECF           JP    Z,MAIN26
CF7B C3EBCE           JP    MAIN20
```
(RDEEP+1)(RDEEP)が3～9の範囲にない場合には再度入力をくり返す

```
                ;
CF7E 2A2AED     MAIN26:LD    HL,(RDEEP)
CF81 EB               EX    DE,HL
CF82 210800           LD    HL,8
CF85 CD21C1           CALL  IMULT0
CF88 211000           LD    HL,10H
CF8B CD1EC1           CALL  ISUB0
CF8E EB               EX    DE,HL
CF8F 222AED           LD    (RDEEP),HL
```
(RDEEP+1)(RDEEP)を8倍して16を減じる

```
CF92 210100                LD    HL,1
CF95 EB                    EX    DE,HL
CF96 2A36ED                LD    HL,(PCUS)
CF99 19                    ADD   HL,DE
CF9A E5                    PUSH  HL
CF9B 211C00                LD    HL,1CH
CF9E EB                    EX    DE,HL
CF9F E1                    POP   HL
CFA0 73                    LD    (HL),E        カーソルを座標(28, 10)に移動する
CFA1 210000                LD    HL,0
CFA4 EB                    EX    DE,HL
CFA5 2A36ED                LD    HL,(PCUS)
CFA8 19                    ADD   HL,DE
CFA9 E5                    PUSH  HL
CFAA 210A00                LD    HL,0AH
CFAD EB                    EX    DE,HL
CFAE E1                    POP   HL
CFAF 73                    LD    (HL),E
CFB0 C3B8CF                JP    MAIN27
                   ;
CFB3 C6DDBDDE MSG13:  DB    'ニンズ゛ウ'
CFB7 B3
                   ;
CFB8 0605     MAIN27:LD    B,5               メッセージを表示する
CFBA 21B3CF          LD    HL,MSG13
CFBD 7E       MAIN28:LD    A,(HL)
CFBE CD39C1          CALL  OTCHR0
CFC1 23              INC   HL
CFC2 10F9            DJNZ  MAIN28
                   ;
CFC4 210100   MAIN29:LD    HL,1
CFC7 EB              EX    DE,HL
CFC8 2A36ED          LD    HL,(PCUS)
CFCB 19              ADD   HL,DE
CFCC E5              PUSH  HL
CFCD 211E00          LD    HL,1EH
CFD0 EB              EX    DE,HL
CFD1 E1              POP   HL
CFD2 73              LD    (HL),E
CFD3 210000          LD    HL,0            カーソルを座標(30, 12)に移動する
CFD6 EB              EX    DE,HL
CFD7 2A36ED          LD    HL,(PCUS)
CFDA 19              ADD   HL,DE
CFDB E5              PUSH  HL
CFDC 210C00          LD    HL,0CH
CFDF EB              EX    DE,HL
CFE0 E1              POP   HL
CFE1 73              LD    (HL),E
CFE2 C3ECCF          JP    MAIN30
                   ;
CFE5 28302D32 MSG14:  DB    '(0-2)? '
```

```
CFE9 293F20
                  ;
CFEC 0607         MAIN30:LD    B,7            メッセージを表示する
CFEE 21E5CF              LD    HL,MSG14
CFF1 7E           MAIN31:LD    A,(HL)
CFF2 CD39C1              CALL  OTCHR0
CFF5 23                  INC   HL
CFF6 10F9                DJNZ  MAIN31
                  ;
CFF8 CD67CC              CALL  BELL           入力を促すためブザーを鳴らす
CFFB CD12C1              CALL  INKEY0         キーボードからの1文字入力を行う
CFFE 6F                  LD    L,A            入力したキャラクタ・コードを（PLA
CFFF 2600                LD    H,0            YER+1）（PLAYER)に格納する
D001 220AED              LD    (PLAYER),HL
D004 2A0AED              LD    HL,(PLAYER)    ストップ・キーの場合にはシステム・モ
D007 EB                  EX    DE,HL          ニタへジャンプする
D008 210300              LD    HL,3
D00B CD1EC1              CALL  ISUB0
D00E B3                  OR    E
D00F C215D0              JP    NZ,MAIN32
D012 C3665C              JP    MONHOT
                  ;
D015 2A0AED       MAIN32:LD    HL,(PLAYER)    （PLAYER+1）（PLAYER）に
D018 EB                  EX    DE,HL          格納されたキャラクタ・コードから30
D019 213000              LD    HL,30H         Hを減じてバイナリ・コードに変換する
D01C CD1EC1              CALL  ISUB0
D01F EB                  EX    DE,HL
D020 220AED              LD    (PLAYER),HL
D023 D5                  PUSH  DE             （PLAYER+1）（PLAYER）が
D024 2A0AED              LD    HL,(PLAYER)    0～2の範囲にない場合には再度入力を
D027 EB                  EX    DE,HL          くり返す
D028 210000              LD    HL,0
D02B CD1EC1              CALL  ISUB0
D02E 110000              LD    DE,0
D031 F235D0              JP    P,MAIN33
D034 1C                  INC   E
D035 EB           MAIN33:EX    DE,HL
D036 D1                  POP   DE
D037 EB                  EX    DE,HL
D038 D5                  PUSH  DE
D039 2A0AED              LD    HL,(PLAYER)
D03C EB                  EX    DE,HL
D03D 210200              LD    HL,2
D040 EB                  EX    DE,HL
D041 CD1EC1              CALL  ISUB0
D044 110000              LD    DE,0
D047 F24BD0              JP    P,MAIN34
D04A 1C                  INC   E
D04B EB           MAIN34:EX    DE,HL
D04C D1                  POP   DE
D04D 19                  ADD   HL,DE
```

```
D04E EB                   EX   DE,HL
D04F 7B                   LD   A,E
D050 B2                   OR   D
D051 CA57D0               JP   Z,MAIN35
D054 C3C4CF               JP   MAIN29
                   ;
D057 210100        MAIN35:LD   HL,1             (STONE+1)(STONE)に1を
D05A 2206ED               LD   (SOTNE),HL       格納する
D05D 2A0AED               LD   HL,(PLAYER)
D060 EB                   EX   DE,HL
D061 210100               LD   HL,1
D064 CD1EC1               CALL ISUB0            人間対コンピュータの対戦でなければつ
D067 B3                   OR   E                ぎの処理を省略する
D068 CA6ED0               JP   Z,MAIN36
D06B C320D1               JP   MAIN45
                   ;
D06E 210100        MAIN36:LD   HL,1
D071 EB                   EX   DE,HL
D072 2A36ED               LD   HL,(PCUS)
D075 19                   ADD  HL,DE
D076 E5                   PUSH HL
D077 211C00               LD   HL,1CH
D07A EB                   EX   DE,HL
D07B E1                   POP  HL
D07C 73                   LD   (HL),E
D07D 210000               LD   HL,0             カーソルを座標(28, 14)に移動する
D080 EB                   EX   DE,HL
D081 2A36ED               LD   HL,(PCUS)
D084 19                   ADD  HL,DE
D085 E5                   PUSH HL
D086 210E00               LD   HL,0EH
D089 EB                   EX   DE,HL
D08A E1                   POP  HL
D08B 73                   LD   (HL),E
D08C C392D0               JP   MAIN37
                   ;
D08F BEDDC3        MSG15: DB   ´ｾﾝﾃ´
                   ;
D092 0603          MAIN37:LD   B,3
D094 218FD0               LD   HL,MSG15         メッセージを表示する
D097 7E            MAIN38:LD   A,(HL)
D098 CD39C1               CALL OTCHR0
D09B 23                   INC  HL
D09C 10F9                 DJNZ MAIN38
                   ;
D09E 210100        MAIN39:LD   HL,1
D0A1 EB                   EX   DE,HL
D0A2 2A36ED               LD   HL,(PCUS)
D0A5 19                   ADD  HL,DE
D0A6 E5                   PUSH HL
D0A7 211E00               LD   HL,1EH
```

```
D0AA EB                 EX    DE,HL
D0AB E1                 POP   HL
D0AC 73                 LD    (HL),E        カーソルを座標(30, 16)に移動する
D0AD 210000             LD    HL,0
D0B0 EB                 EX    DE,HL
D0B1 2A36ED             LD    HL,(PCUS)
D0B4 19                 ADD   HL,DE
D0B5 E5                 PUSH  HL
D0B6 211000             LD    HL,10H
D0B9 EB                 EX    DE,HL
D0BA E1                 POP   HL
D0BB 73                 LD    (HL),E
D0BC C3C6D0             JP    MAIN40
                ;
D0BF 28592F4E  MSG16:   DB    '(Y/N)? '
D0C3 293F20
                ;
D0C6 0607      MAIN40:LD    B,7             メッセージを表示する
D0C8 21BFD0             LD    HL,MSG16
D0CB 7E        MAIN41:LD    A,(HL)
D0CC CD39C1             CALL  OTCHR0
D0CF 23                 INC   HL
D0D0 10F9               DJNZ  MAIN41
                ;
D0D2 CD67CC             CALL  BELL          入力を促すためブザーを鳴らす
D0D5 CD12C1             CALL  INKEY0        キーボードからの1文字入力を行う
D0D8 6F                 LD    L,A           入力したキャラクタ・コードを(WOR
D0D9 2600               LD    H,0           K4+1)(WORK4)に格納する
D0DB 221CED             LD    (WORK4),HL
D0DE 2A1CED             LD    HL,(WORK4)
D0E1 EB                 EX    DE,HL
D0E2 210300             LD    HL,3
D0E5 CD1EC1             CALL  ISUB0         ストップ・キーの場合にはシステム・モ
D0E8 B3                 OR    E             ニタへジャンプする
D0E9 C2EFD0             JP    NZ,MAIN42
D0EC C3665C             JP    MONHOT
                ;
D0EF 2A1CED    MAIN42:LD    HL,(WORK4)
D0F2 EB                 EX    DE,HL
D0F3 215900             LD    HL,59H
D0F6 CD1EC1             CALL  ISUB0
D0F9 B3                 OR    E             先手の場合には(SOTNE+1)(SO
D0FA C206D1             JP    NZ,MAIN43     TNE)に2を格納する
D0FD 210200             LD    HL,2
D100 2206ED             LD    (SOTNE),HL
D103 C320D1             JP    MAIN45
                ;
D106 2A1CED    MAIN43:LD    HL,(WORK4)
D109 EB                 EX    DE,HL
D10A 214E00             LD    HL,4EH
D10D CD1EC1             CALL  ISUB0
```

```
D110 B3                 OR    E
D111 C21DD1             JP    NZ,MAIN44
D114 210100             LD    HL,1
D117 2206ED             LD    (SOTNE),HL
D11A C320D1             JP    MAIN45
                 ;
D11D C39ED0      MAIN44:JP    MAIN39
                 ;
D120 210000      MAIN45:LD    HL,0
D123 2208ED             LD    (PLAYS),HL
D126 210300      MAIN46:LD    HL,3
D129 EB                 EX    DE,HL
D12A 2A06ED             LD    HL,(SOTNE)
D12D CD1EC1             CALL  ISUBO
D130 EB                 EX    DE,HL
D131 2206ED             LD    (SOTNE),HL
D134 2A08ED             LD    HL,(PLAYS)
D137 EB                 EX    DE,HL
D138 210100             LD    HL,1
D13B 19                 ADD   HL,DE
D13C 2208ED             LD    (PLAYS),HL
D13F D5                 PUSH  DE
D140 2A0AED             LD    HL,(PLAYER)
D143 EB                 EX    DE,HL
D144 210100             LD    HL,1
D147 CD1EC1             CALL  ISUBO
D14A B3                 OR    E
D14B 110000             LD    DE,0
D14E C252D1             JP    NZ,MAIN47
D151 1C                 INC   E
D152 EB          MAIN47:EX    DE,HL
D153 D1                 POP   DE
D154 EB                 EX    DE,HL
D155 D5                 PUSH  DE
D156 2A06ED             LD    HL,(SOTNE)
D159 EB                 EX    DE,HL
D15A 210200             LD    HL,2
D15D CD1EC1             CALL  ISUBO
D160 B3                 OR    E
D161 110000             LD    DE,0
D164 C268D1             JP    NZ,MAIN48
D167 1C                 INC   E
D168 EB          MAIN48:EX    DE,HL
D169 D1                 POP   DE
D16A CD21C1             CALL  IMULTO
D16D D5                 PUSH  DE
D16E 2A0AED             LD    HL,(PLAYER)
D171 EB                 EX    DE,HL
D172 210000             LD    HL,0
D175 CD1EC1             CALL  ISUBO
D178 B3                 OR    E
```

後手の場合には(SOTNE+1)(SOTNE)に1を格納する

先手でも後手でもない場合には再度入力をくり返す

(PLAYS+1)(PLAYS)に0を格納する

(SOTNE+1)(SOTNE)が1であれば2に変換し2であれば1に変換する

(PLAYS+1)(PLAYS)に1を加える

コンピュータの手番であればコンピュータの思考ルーチン『COMP』へジャンプする

```
D179 110000            LD   DE,0
D17C C280D1            JP   NZ,MAIN49
D17F 1C                INC  E
D180 EB        MAIN49:EX    DE,HL
D181 D1                POP  DE
D182 19                ADD  HL,DE
D183 EB                EX   DE,HL
D184 7B                LD   A,E
D185 B2                OR   D
D186 CA8CD1            JP   Z,MAIN50
D189 C30CD3            JP   COMP
               ;
D18C 211C00    MAIN50:LD    HL,1CH        } (DEEP+1)(DEEP)に28を格納する
D18F 2216ED            LD   (DEEP),HL
D192 211300            LD   HL,13H        } (DEEP1+1)(DEEP1)に19を格納する
D195 2218ED            LD   (DEEP1),HL
D198 CD46CB            CALL DSUB          } 座標(28, 19)から石を表示する
D19B CD2ACC    MAIN51:CALL  DERA          } メッセージを消去する
D19E 210100            LD   HL,1          ┐
D1A1 EB                EX   DE,HL         │
D1A2 2A36ED            LD   HL,(PCUS)     │
D1A5 19                ADD  HL,DE         │
D1A6 E5                PUSH HL            │
D1A7 211E00            LD   HL,1EH        │
D1AA EB                EX   DE,HL         │
D1AB E1                POP  HL            │
D1AC 73                LD   (HL),E        │
D1AD 210000            LD   HL,0          } カーソルを座標(30, 23)に移動する
D1B0 EB                EX   DE,HL         │
D1B1 2A36ED            LD   HL,(PCUS)     │
D1B4 19                ADD  HL,DE         │
D1B5 E5                PUSH HL            │
D1B6 211700            LD   HL,17H        │
D1B9 EB                EX   DE,HL         │
D1BA E1                POP  HL            │
D1BB 73                LD   (HL),E        ┘
D1BC C3C6D1            JP   MAIN52        ┐
               ;                          │
D1BF 28312D36  MSG17: DB    '(1-6)? '     │
D1C3 293F20                               │
               ;                          │
D1C6 0607      MAIN52:LD    B,7           } メッセージを表示する
D1C8 21BFD1            LD   HL,MSG17      │
D1CB 7E        MAIN53:LD    A,(HL)        │
D1CC CD39C1            CALL OTCHR0        │
D1CF 23                INC  HL            │
D1D0 10F9              DJNZ MAIN53        ┘
               ;
D1D2 CD67CC            CALL BELL          } 入力を促すためブザーを鳴らす
D1D5 CD12C1            CALL INKEY0        } キーボードからの1文字入力を行う
D1D8 6F                LD   L,A           ┐
```

```
D1D9 2600              LD    H,0          入力したキャラクタ・コードを（COO
D1DB 2234ED            LD    (COORD),HL   RD+1）（COORD）に格納する
D1DE 2A34ED            LD    HL,(COORD)
D1E1 EB                EX    DE,HL
D1E2 210300            LD    HL,3
D1E5 CD1EC1            CALL  ISUB0        ストップ・キーの場合にはシステム・モ
D1E8 B3                OR    E            ニタへジャンプする
D1E9 C2EFD1            JP    NZ,MAIN54
D1EC C3665C            JP    MONHOT
                 ;
D1EF 2A34ED      MAIN54:LD   HL,(COORD)
D1F2 EB                EX    DE,HL
D1F3 213100            LD    HL,31H       入力したキャラクタ・コードから３１Ｈ
D1F6 CD1EC1            CALL  ISUB0        を減じてバイナリ・コードに変換する
D1F9 EB                EX    DE,HL
D1FA 2234ED            LD    (COORD),HL
D1FD D5                PUSH  DE
D1FE 2A34ED            LD    HL,(COORD)
D201 EB                EX    DE,HL
D202 210000            LD    HL,0
D205 CD1EC1            CALL  ISUB0
D208 110000            LD    DE,0
D20B F20FD2            JP    P,MAIN55
D20E 1C                INC   E
D20F EB          MAIN55:EX   DE,HL
D210 D1                POP   DE
D211 EB                EX    DE,HL
D212 D5                PUSH  DE
D213 2A34ED            LD    HL,(COORD)
D216 EB                EX    DE,HL
D217 210500            LD    HL,5
D21A EB                EX    DE,HL
D21B CD1EC1            CALL  ISUB0
D21E 110000            LD    DE,0
D221 F225D2            JP    P,MAIN56
D224 1C                INC   E
D225 EB          MAIN56:EX   DE,HL
D226 D1                POP   DE
D227 19                ADD   HL,DE
D228 EB                EX    DE,HL        入力データが０～５の範囲でない場合ま
D229 D5                PUSH  DE           たは指定した位置が６個の石でふさがっ
D22A D5                PUSH  DE           ている場合には再度入力をくり返す
D22B 2A34ED            LD    HL,(COORD)
D22E EB                EX    DE,HL
D22F 2A38ED            LD    HL,(BOARD)
D232 19                ADD   HL,DE
D233 D1                POP   DE
D234 6E                LD    L,(HL)
D235 2600              LD    H,0
D237 EB                EX    DE,HL
D238 210000            LD    HL,0
```

```
D23B EB                 EX    DE,HL
D23C CD1EC1             CALL  ISUB0
D23F 110000             LD    DE,0
D242 F246D2             JP    P,MAIN57
D245 1C                 INC   E
D246 EB         MAIN57:EX    DE,HL
D247 D1                 POP   DE
D248 19                 ADD   HL,DE
D249 EB                 EX    DE,HL
D24A 7B                 LD    A,E
D24B B2                 OR    D
D24C CA52D2             JP    Z,MAIN58
D24F C39BD1             JP    MAIN51
                ;
D252 2A34ED     MAIN58:LD    HL,(COORD)       (COORD+1)(COORD)を(COORD1+1)(COORD1)に退避
D255 2210ED             LD    (COORD1),HL      する
D258 CD16CA             CALL  DISP             石の落下をアニメーション表示する
D25B 2A06ED             LD    HL,(SOTNE)       (SOTNE+1)(SOTNE)を(STONE1+1)(STONE1)に退避
D25E 220CED             LD    (STONE1),HL      する
D261 CDCEC5             CALL  VAL              評価値を計算する
D264 D5                 PUSH  DE
D265 2A28ED             LD    HL,(VALUE)
D268 EB                 EX    DE,HL
D269 21C800             LD    HL,0C8H
D26C CD1EC1             CALL  ISUB0
D26F 110000             LD    DE,0
D272 F276D2             JP    P,MAIN59
D275 1C                 INC   E
D276 EB         MAIN59:EX    DE,HL
D277 D1                 POP   DE
D278 EB                 EX    DE,HL
D279 D5                 PUSH  DE
D27A 2A08ED             LD    HL,(PLAYS)       いずれのプレーヤーも4個の石が並んで
D27D EB                 EX    DE,HL            おらずかつ全ての石を打ち尽くしていな
D27E 212400             LD    HL,24H           い場合には次の手番をくり返す
D281 CD1EC1             CALL  ISUB0
D284 110000             LD    DE,0
D287 F28BD2             JP    P,MAIN60
D28A 1C                 INC   E
D28B EB         MAIN60:EX    DE,HL
D28C D1                 POP   DE
D28D CD21C1             CALL  IMULT0
D290 7B                 LD    A,E
D291 B2                 OR    D
D292 CA98D2             JP    Z,MAIN61
D295 C326D1             JP    MAIN46
                ;
D298 211C00     MAIN61:LD    HL,1CH           (DEEP+1)(DEEP)に28を格
D29B 2216ED             LD    (DEEP),HL        納する
D29E 211300             LD    HL,13H           (DEEP1+1)(DEEP1)に19
D2A1 2218ED             LD    (DEEP1),HL       を格納する
```

```
D2A4 CD46CB           CALL  DSUB          } 座標(28, 19)から石を表示する
D2A7 CD2ACC   MAIN62:CALL  DERA          } メッセージを消去する
D2AA 210100           LD    HL,1          ┐
D2AD EB               EX    DE,HL         │
D2AE 2A36ED           LD    HL,(PCUS)     │
D2B1 19               ADD   HL,DE         │
D2B2 E5               PUSH  HL            │
D2B3 211E00           LD    HL,1EH        │
D2B6 EB               EX    DE,HL         │
D2B7 E1               POP   HL            │
D2B8 73               LD    (HL),E        │
D2B9 210000           LD    HL,0          } カーソルを座標(30, 23)に移動する
D2BC EB               EX    DE,HL         │
D2BD 2A36ED           LD    HL,(PCUS)     │
D2C0 19               ADD   HL,DE         │
D2C1 E5               PUSH  HL            │
D2C2 211700           LD    HL,17H        │
D2C5 EB               EX    DE,HL         │
D2C6 E1               POP   HL            │
D2C7 73               LD    (HL),E        ┘
D2C8 C3D2D2           JP    MAIN63        ┐
              ;                           │
D2CB C920B6C1 MSG18: DB    'ノ カチ!! '    │
D2CF 212120                               │
              ;                           } ウイニング・メッセージを表示する
D2D2 0607     MAIN63:LD    B,7           │
D2D4 21CBD2           LD    HL,MSG18      │
D2D7 7E       MAIN64:LD    A,(HL)        │
D2D8 CD39C1           CALL  OTCHR0        │
D2DB 23               INC   HL            │
D2DC 10F9             DJNZ  MAIN64        ┘
              ;
D2DE CD12C1           CALL  INKEY0        } キーボードから1文字入力を行う
D2E1 6F               LD    L,A           ┐ キャラクタ・コードを(WORK4+1)
D2E2 2600             LD    H,0           } (WORK4) に格納する
D2E4 221CED           LD    (WORK4),HL    ┘
D2E7 2A1CED           LD    HL,(WORK4)    ┐
D2EA EB               EX    DE,HL         │
D2EB 210300           LD    HL,3          │
D2EE CD1EC1           CALL  ISUB0         } ストップ・キーの場合にはシステム・モ
D2F1 B3               OR    E             │ ニタへジャンプする
D2F2 C2F8D2           JP    NZ,MAIN65     │
D2F5 C3665C           JP    MONHOT        ┘
              ;
D2F8 2A1CED   MAIN65:LD    HL,(WORK4)    ┐
D2FB EB               EX    DE,HL         │
D2FC 210D00           LD    HL,0DH        │
D2FF CD1EC1           CALL  ISUB0         } リターン・キーでなければ再度入力をく
D302 B3               OR    E             │ り返す
D303 CA09D3           JP    Z,MAIN66      │
D306 C3A7D2           JP    MAIN62        ┘
```

```
                 ;
D309 C35CCD      MAIN66:JP    MAIN1
```

リターンキーの場合には再ゲームへジャンプする

```
                 ;
                 ; computer thinking
                 ;
D30C 2A08ED      COMP:   LD    HL,(PLAYS)
D30F EB                  EX    DE,HL
D310 210400              LD    HL,4
D313 CD1EC1              CALL  ISUB0
D316 F233D3              JP    P,COMP1
D319 D5                  PUSH  DE
D31A C5                  PUSH  BC
D31B 210600              LD    HL,6
D31E EB                  EX    DE,HL
D31F CD2DC1              CALL  RND0
D322 EB                  EX    DE,HL
D323 C1                  POP   BC
D324 D1                  POP   DE
D325 EB                  EX    DE,HL
D326 210100              LD    HL,1
D329 CD1EC1              CALL  ISUB0
D32C EB                  EX    DE,HL
D32D 2234ED              LD    (COORD),HL
D330 C352D2              JP    MAIN58
```

手番が1～3の場合には0～5の乱数を発生しコンピュータの手として与える

```
                 ;
D333 210000      COMP1:  LD    HL,0
D336 2216ED              LD    (DEEP),HL
```

（DEEP+1）（DEEP）に0を格納する

```
D339 2A06ED              LD    HL,(SOTNE)
D33C 220CED              LD    (STONE1),HL
```

（SOTNE+1）（SOTNE）を（STONE1+1）（STONE1）に退避する

```
D33F 210100              LD    HL,1
D342 221CED              LD    (WORK4),HL
D345 2A2AED              LD    HL,(RDEEP)
D348 EB                  EX    DE,HL
D349 210900              LD    HL,9
D34C 19                  ADD   HL,DE
D34D EB                  EX    DE,HL
D34E CD51D3              CALL  COMP2
```

（WORK4+1）（WORK4）をループ・カウンタとして1から（RDEEP+1）（RDEEP）に9を加えた値までくり返す

```
D351 D5          COMP2:  PUSH  DE
D352 2A1CED              LD    HL,(WORK4)
D355 EB                  EX    DE,HL
D356 2A32ED              LD    HL,(STACK)
D359 19                  ADD   HL,DE
D35A E5                  PUSH  HL
D35B 210000              LD    HL,0
D35E EB                  EX    DE,HL
D35F E1                  POP   HL
D360 73                  LD    (HL),E
```

（STACK+1）（STACK）の内容に（WORK4+1）（WORK4）の内容を加えて指定するアドレスに0を格納する

```
D361 2A1CED              LD    HL,(WORK4)
D364 EB                  EX    DE,HL
D365 210800              LD    HL,8
D368 19                  ADD   HL,DE
```

```
D369 EB                 EX    DE,HL
D36A 2A32ED             LD    HL,(STACK)
D36D 19                 ADD   HL,DE
D36E E5                 PUSH  HL
D36F 21FF00             LD    HL,0FFH
D372 EB                 EX    DE,HL
D373 E1                 POP   HL
D374 73                 LD    (HL),E
D375 2A1CED             LD    HL,(WORK4)
D378 EB                 EX    DE,HL
D379 211000             LD    HL,10H
D37C 19                 ADD   HL,DE
D37D 221CED             LD    (WORK4),HL
D380 D1                 POP   DE
D381 D5                 PUSH  DE
D382 CD1EC1             CALL  ISUB0
D385 D1                 POP   DE
D386 E1                 POP   HL
D387 FA8CD3             JP    M,COMP3
D38A E5                 PUSH  HL
D38B E9                 JP    (HL)
                ;
D38C 110000     COMP3:  LD    DE,0
D38F CD92D3             CALL  COMP4
D392 D5         COMP4:  PUSH  DE
D393 D5                 PUSH  DE
D394 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
D397 EB                 EX    DE,HL
D398 2A2AED             LD    HL,(RDEEP)
D39B EB                 EX    DE,HL
D39C CD1EC1             CALL  ISUB0
D39F 110000             LD    DE,0
D3A2 F2A6D3             JP    P,COMP5
D3A5 1C                 INC   E
D3A6 EB         COMP5:  EX    DE,HL
D3A7 D1                 POP   DE
D3A8 EB                 EX    DE,HL
D3A9 D5                 PUSH  DE
D3AA 2A28ED             LD    HL,(VALUE)
D3AD EB                 EX    DE,HL
D3AE 210100             LD    HL,1
D3B1 CD1EC1             CALL  ISUB0
D3B4 B3                 OR    E
D3B5 110000             LD    DE,0
D3B8 C2BCD3             JP    NZ,COMP6
D3BB 1C                 INC   E
D3BC EB         COMP6:  EX    DE,HL
D3BD D1                 POP   DE
D3BE 19                 ADD   HL,DE
D3BF EB                 EX    DE,HL
D3C0 D5                 PUSH  DE
```

(D369–D374) (STACK+1)(STACK)の内容に(WORK4+1)(WORK4)の内容を加えさらに8を加えて指定するアドレスにFFHを格納する

(D375–D38B) (WORK4+1)(WORK4)をループ・カウンタとし増分を16としてくり返し処理の終了をチェックする

(D38C–D393) 次のくり返し処理のためにスタックの操作を行う

(D394–) (RDEEP+1)(RDEEP)の内容が(DEEP+1)(DEEP)の内容未満かまたは(VALUE+1)(VALUE)の内容が1か200の場合には『COMP11』へジャンプする

```
D3C1 2A28ED             LD    HL,(VALUE)
D3C4 EB                 EX    DE,HL
D3C5 21C800             LD    HL,0C8H
D3C8 CD1EC1             CALL  ISUB0
D3CB B3                 OR    E
D3CC 110000             LD    DE,0
D3CF C2D3D3             JP    NZ,COMP7
D3D2 1C                 INC   E
D3D3 EB         COMP7:  EX    DE,HL
D3D4 D1                 POP   DE
D3D5 19                 ADD   HL,DE
D3D6 EB                 EX    DE,HL
D3D7 7B                 LD    A,E
D3D8 B2                 OR    D
D3D9 CADFD3             JP    Z,COMP8
D3DC C3C9D4             JP    COMP11
                ;
D3DF CD03C5     COMP8:  CALL  LIST
```

可能な次の手をワーク・エリアに求める

```
D3E2 D5         COMP9:  PUSH  DE
D3E3 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
D3E6 EB                 EX    DE,HL
D3E7 2A32ED             LD    HL,(STACK)
D3EA 19                 ADD   HL,DE
D3EB D1                 POP   DE
D3EC 6E                 LD    L,(HL)
D3ED 2600               LD    H,0
D3EF EB                 EX    DE,HL
D3F0 210300             LD    HL,3
D3F3 CD1EC1             CALL  ISUB0
D3F6 F2FCD3             JP    P,COMP10
D3F9 C3C9D4             JP    COMP11
```

(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えて指定するアドレスの内容が3未満の場合『COMP11』へジャンプする

```
                ;
D3FC 2A16ED     COMP10:LD     HL,(DEEP)
D3FF EB                 EX    DE,HL
D400 2A32ED             LD    HL,(STACK)
D403 19                 ADD   HL,DE
D404 E5                 PUSH  HL
D405 D5                 PUSH  DE
D406 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
D409 EB                 EX    DE,HL
D40A 2A32ED             LD    HL,(STACK)
D40D 19                 ADD   HL,DE
D40E D1                 POP   DE
D40F 6E                 LD    L,(HL)
D410 2600               LD    H,0
D412 EB                 EX    DE,HL
D413 210100             LD    HL,1
D416 CD1EC1             CALL  ISUB0
D419 E1                 POP   HL
D41A 73                 LD    (HL),E
```

(STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えて指定するアドレスの内容から1を減じる

```
D41B D5                 PUSH  DE
```

```
D41C 2A16ED     LD   HL,(DEEP)
D41F EB         EX   DE,HL
D420 2A32ED     LD   HL,(STACK)
D423 19         ADD  HL,DE
D424 D1         POP  DE
D425 6E         LD   L,(HL)
D426 2600       LD   H,0
D428 221CED     LD   (WORK4),HL
D42B D5         PUSH DE
D42C 2A16ED     LD   HL,(DEEP)
D42F EB         EX   DE,HL
D430 2A1CED     LD   HL,(WORK4)
D433 19         ADD  HL,DE
D434 EB         EX   DE,HL
D435 2A32ED     LD   HL,(STACK)
D438 19         ADD  HL,DE
D439 D1         POP  DE
D43A 6E         LD   L,(HL)
D43B 2600       LD   H,0
D43D 221CED     LD   (WORK4),HL
D440 2A1CED     LD   HL,(WORK4)
D443 EB         EX   DE,HL
D444 2A38ED     LD   HL,(BOARD)
D447 19         ADD  HL,DE
D448 E5         PUSH HL
D449 2A0CED     LD   HL,(STONE1)
D44C EB         EX   DE,HL
D44D E1         POP  HL
D44E 73         LD   (HL),E
D44F D5         PUSH DE
D450 2A16ED     LD   HL,(DEEP)
D453 EB         EX   DE,HL
D454 2A32ED     LD   HL,(STACK)
D457 19         ADD  HL,DE
D458 D1         POP  DE
D459 6E         LD   L,(HL)
D45A 2600       LD   H,0
D45C 221CED     LD   (WORK4),HL
D45F D5         PUSH DE
D460 2A16ED     LD   HL,(DEEP)
D463 EB         EX   DE,HL
D464 2A1CED     LD   HL,(WORK4)
D467 19         ADD  HL,DE
D468 EB         EX   DE,HL
D469 2A32ED     LD   HL,(STACK)
D46C 19         ADD  HL,DE
D46D D1         POP  DE
D46E 6E         LD   L,(HL)
D46F 2600       LD   H,0
D471 EB         EX   DE,HL
D472 210600     LD   HL,6
```

D41C–D428: (STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えて指定するアドレスの内容を(WORK4+1)(WORK4)に格納する

D42B–D43D: (STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えさらに(WORK4+1)(WORK4)の内容を加えて指定するアドレスの内容を(WORK4+1)(WORK4)に格納する

D440–D44E: (BOARD+1)(BOARD)の内容に(WORK4+1)(WORK4)の内容を加えて指定するアドレスに(STONE1+1)(STONE1)の内容を格納する

D44F–D45C: (STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えて指定するアドレスの内容を(WORK4+1)(WORK4)に格納する

D45F–D472: (STACK+1)(STACK)の内容に(DEEP+1)(DEEP)の内容を加えさらに(WORK4+1)(WORK4)の内容を加えて指定するアドレスの内容を6で割った値を(COORD2+1)(COORD2)に格納する

```
D475 CD24C1          CALL  IDIV0
D478 EB              EX    DE,HL
D479 2212ED          LD    (COORD2),HL
D47C D5              PUSH  DE
D47D D5              PUSH  DE
D47E 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
D481 EB              EX    DE,HL
D482 2A1CED          LD    HL,(WORK4)
D485 19              ADD   HL,DE
D486 EB              EX    DE,HL
D487 2A32ED          LD    HL,(STACK)
D48A 19              ADD   HL,DE
D48B D1              POP   DE
D48C 6E              LD    L,(HL)
D48D 2600            LD    H,0
D48F EB              EX    DE,HL
D490 210600          LD    HL,6
D493 CD24C1          CALL  IDIV0
D496 EB              EX    DE,HL
D497 D1              POP   DE
D498 2A4EED          LD    HL,(DIVWK)
D49B 2210ED          LD    (COORD1),HL
D49E CDCEC5          CALL  VAL
D4A1 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
D4A4 EB              EX    DE,HL
D4A5 210800          LD    HL,8
D4A8 19              ADD   HL,DE
D4A9 2216ED          LD    (DEEP),HL
D4AC 210300          LD    HL,3
D4AF EB              EX    DE,HL
D4B0 2A0CED          LD    HL,(STONE1)
D4B3 CD1EC1          CALL  ISUB0
D4B6 EB              EX    DE,HL
D4B7 220CED          LD    (STONE1),HL
D4BA 210000          LD    HL,0
D4BD D1              POP   DE
D4BE D5              PUSH  DE
D4BF CD1EC1          CALL  ISUB0
D4C2 D1              POP   DE
D4C3 E1              POP   HL
D4C4 FAC9D4          JP    M,COMP11
D4C7 E5              PUSH  HL
D4C8 E9              JP    (HL)
                ;
D4C9 D5         COMP11:PUSH DE
D4CA 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
D4CD EB              EX    DE,HL
D4CE 210100          LD    HL,1
D4D1 19              ADD   HL,DE
D4D2 EB              EX    DE,HL
D4D3 2A32ED          LD    HL,(STACK)
```

D47C〜D49B: （STACK＋1）（STACK）の内容に(DEEP＋1)（DEEP）の内容を加えさらに(WORK4＋1)（WORK4）の内容を加えて指定するアドレスの内容を6で割った剰余を（COORD1＋1）（COORD1）に格納する

D49E: 評価値を計算する

D4A1〜D4A9: （DEEP＋1）（DEEP）の内容に8を加える

D4AC〜D4B7: （STONE1＋1）（STONE）の内容が1の場合には2に2の場合には1に変更する

D4BA〜D4C8: 『COMP4』にもどってくり返す

D4C9〜: （STACK＋1）（STACK）の内容に(DEEP＋1)（DEEP）の内容を加えさらに1を加えて指定するアドレスの内容を(WORK4＋1)（WORK4)に格納する

```
D4D6 19                 ADD   HL,DE
D4D7 D1                 POP   DE
D4D8 6E                 LD    L,(HL)
D4D9 2600               LD    H,0
D4DB 221CED             LD    (WORK4),HL
D4DE D5                 PUSH  DE
D4DF 2A1CED             LD    HL,(WORK4)
D4E2 EB                 EX    DE,HL
D4E3 210000             LD    HL,0
D4E6 CD1EC1             CALL  ISUB0
D4E9 B3                 OR    E
D4EA 110000             LD    DE,0
D4ED C2F1D4             JP    NZ,COMP12
D4F0 1C                 INC   E
D4F1 EB         COMP12:EX    DE,HL
D4F2 D1                 POP   DE
D4F3 EB                 EX    DE,HL
D4F4 D5                 PUSH  DE
D4F5 2A1CED             LD    HL,(WORK4)
D4F8 EB                 EX    DE,HL
D4F9 21FF00             LD    HL,0FFH
D4FC CD1EC1             CALL  ISUB0
D4FF B3                 OR    E
D500 110000             LD    DE,0
D503 C207D5             JP    NZ,COMP13
D506 1C                 INC   E
D507 EB         COMP13:EX    DE,HL
D508 D1                 POP   DE
D509 19                 ADD   HL,DE
D50A EB                 EX    DE,HL
D50B 7B                 LD    A,E
D50C B2                 OR    D
D50D CA24D5             JP    Z,COMP14
D510 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
D513 EB                 EX    DE,HL
D514 210100             LD    HL,1
D517 19                 ADD   HL,DE
D518 EB                 EX    DE,HL
D519 2A32ED             LD    HL,(STACK)
D51C 19                 ADD   HL,DE
D51D E5                 PUSH  HL
D51E 2A28ED             LD    HL,(VALUE)
D521 EB                 EX    DE,HL
D522 E1                 POP   HL
D523 73                 LD    (HL),E
D524 210000     COMP14:LD    HL,0
D527 2228ED             LD    (VALUE),HL
D52A 2A16ED             LD    HL,(DEEP)
D52D EB                 EX    DE,HL
D52E 210000             LD    HL,0
D531 CD1EC1             CALL  ISUB0
```

（ＷＯＲＫ４＋１）（ＷＯＲＫ４）の内容が０かまたはＦＦＨの場合には（ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に(ＤＥＥＰ＋１）（ＤＥＥＰ)の内容を加えさらに１を加えて指定するアドレスに（ＶＡＬＵＥ＋１）（ＶＡＬＵＥ)の内容を格納する

（ＶＡＬＵＥ＋１）（ＶＡＬＵＥ）に０を格納する

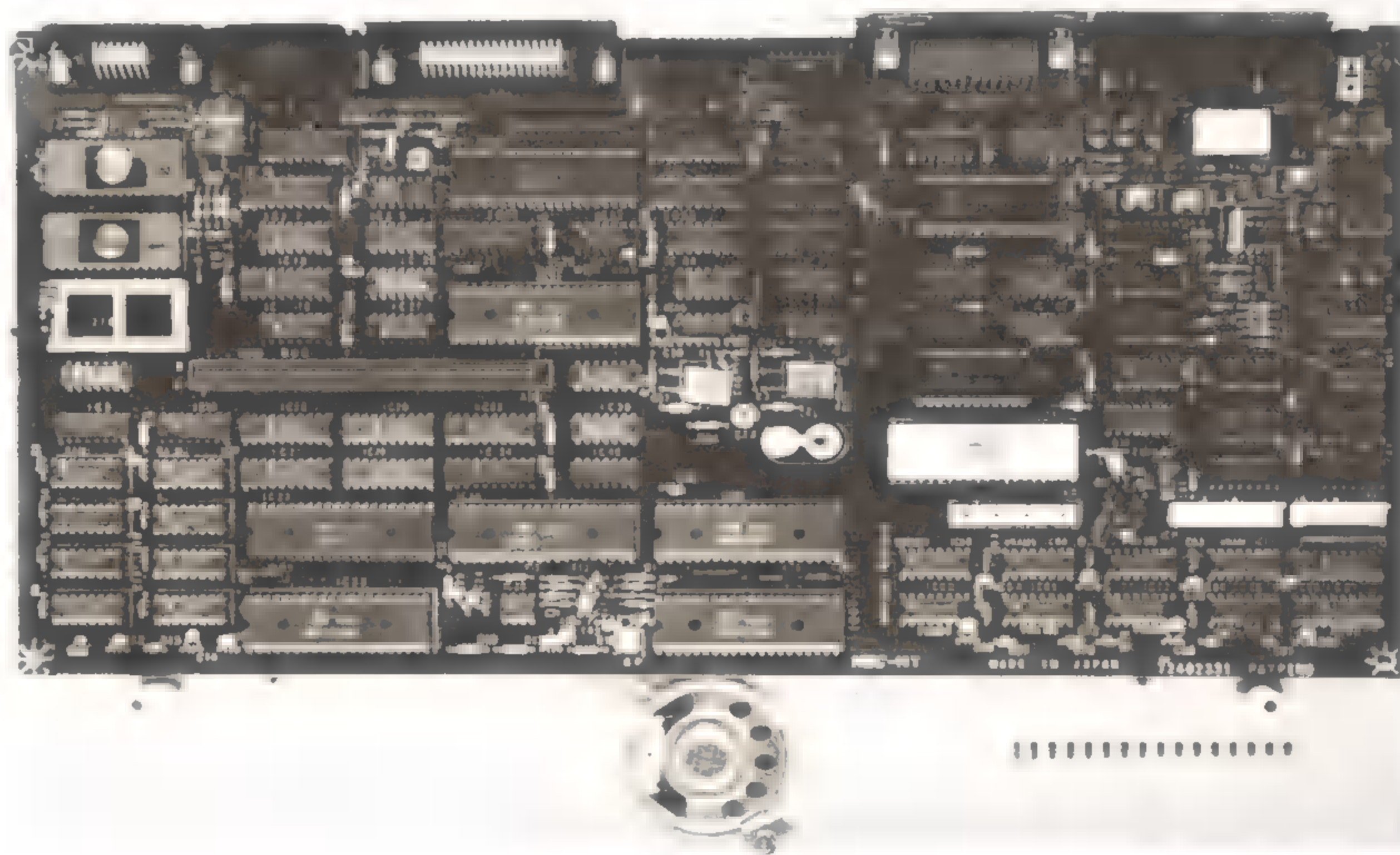
```
D534 B3              OR    E
D535 C25DD5          JP    NZ,COMP16
D538 210100          LD    HL,1
D53B D1              POP   DE
D53C D5              PUSH  DE
D53D CD1EC1          CALL  ISUB0
D540 D1              POP   DE
D541 E1              POP   HL
D542 FA47D5          JP    M,COMP15
D545 E5              PUSH  HL
D546 E9              JP    (HL)
                ;
D547 D5         COMP15:PUSH DE
D548 2A34ED          LD    HL,(COORD)
D54B EB              EX    DE,HL
D54C 210600          LD    HL,6
D54F CD24C1          CALL  IDIV0
D552 EB              EX    DE,HL
D553 D1              POP   DE
D554 2A4EED          LD    HL,(DIVWK)
D557 2234ED          LD    (COORD),HL
D55A C352D2          JP    MAIN58
                ;
D55D CD10C8     COMP16:CALL BACK
D560 D5              PUSH  DE
D561 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
D564 EB              EX    DE,HL
D565 2A32ED          LD    HL,(STACK)
D568 19              ADD   HL,DE
D569 D1              POP   DE
D56A 6E              LD    L,(HL)
D56B 2600            LD    H,0
D56D 221CED          LD    (WORK4),HL
D570 D5              PUSH  DE
D571 2A1CED          LD    HL,(WORK4)
D574 EB              EX    DE,HL
D575 2A16ED          LD    HL,(DEEP)
D578 19              ADD   HL,DE
D579 EB              EX    DE,HL
D57A 2A32ED          LD    HL,(STACK)
D57D 19              ADD   HL,DE
D57E D1              POP   DE
D57F 6E              LD    L,(HL)
D580 2600            LD    H,0
D582 221CED          LD    (WORK4),HL
D585 2A1CED          LD    HL,(WORK4)
D588 EB              EX    DE,HL
D589 2A38ED          LD    HL,(BOARD)
D58C 19              ADD   HL,DE
D58D E5              PUSH  HL
D58E 210000          LD    HL,0
```

Comments:

- D534–D55A: （ＤＥＥＰ＋１）（ＤＥＥＰ）の内容が０であれば『ＣＯＭＰ４』からはじまるくり返し処理を終了し（ＣＯＯＲＤ＋１）（ＣＯＯＲＤ）の内容を６で割った剰余を同じく（ＣＯＯＲＤ＋１）（ＣＯＯＲＤ）に格納後コンピュータの思考を中断する
- D55D: サブルーチン『ＢＡＣＫ』を呼び出す
- D560–D56D: （ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に（ＤＥＥＰ＋１）（ＤＥＥＰ）の内容を加えて指定するアドレスの内容を（ＷＯＲＫ４＋１）（ＷＯＲＫ４）に格納する
- D570–D582: （ＳＴＡＣＫ＋１）（ＳＴＡＣＫ）の内容に（ＷＯＲＫ４＋１）（ＷＯＲＫ４）の内容を加えさらに（ＤＥＥＰ＋１）（ＤＥＥＰ）の内容を加えて指定するアドレスの内容を（ＷＯＲＫ４＋１）（ＷＯＲＫ４）に格納する
- D585–D58E: （ＢＯＡＲＤ＋１）（ＢＯＡＲＤ）の内容に（ＷＯＲＫ４＋１）（ＷＯＲＫ４）の内容を加えて指定するアドレスに０を格納する

```
D591 EB                EX    DE,HL
D592 E1                POP   HL
D593 73                LD    (HL),E
D594 2A2CED            LD    HL,(ABFLAG)
D597 EB                EX    DE,HL
D598 210100            LD    HL,1
D59B CD1EC1            CALL  ISUB0
D59E B3                OR    E
D59F C2B1D5            JP    NZ,COMP17
D5A2 2A16ED            LD    HL,(DEEP)
D5A5 EB                EX    DE,HL
D5A6 2A32ED            LD    HL,(STACK)
D5A9 19                ADD   HL,DE
D5AA E5                PUSH  HL
D5AB 210200            LD    HL,2
D5AE EB                EX    DE,HL
D5AF E1                POP   HL
D5B0 73                LD    (HL),E
D5B1 C3E2D3     COMP17:JP    COMP9
                ;
D5B4                   END
```

（ＡＢＦＬＡＧ＋１）（ＡＢＦＬＧ）の内容が１であれば(ＳＴＡＣＫ＋１)（ＳＴＡＣＫ）の内容に(ＤＥＥＰ＋１)（ＤＥＥＰ）を加えて指定するアドレスに２を格納する

「ＣＯＭＰ９」にもどってくり返す

▲PC-8001mkIIの本体内部

CPU マイクロプロセッサの流れ
高性能機の時代

８０８６の誕生

Ｚ80の普及から6809の発表に至るにつれて，８ビットの時代も隆盛を迎えました。

しかし，これら８ビットのマイクロプロセッサに対する要求が高まるにつれて，能力を超えるものが後をたちません。次に列記するものは，８ビットのマイクロプロセッサに対する不満のほんの一例です。ついこの間まで，メモリ容量が多いとか，実行速度が早いなどと言って喜んでいたのが嘘のようです。

●メモリ容量が少ない
●処理速度が遅い
●演算機能が乏しい（命令数の不足）
●アドレス指定の方法が少ない
●他のＣＰＵと協調する機能が欠けている
●直接文字列を扱うための命令がない

そして，それらの不満を解消するため，1978年にインテル社より発表されたものが8086（ｉ8086＝ｉＡＰＸ86）です。このような8086の生まれた背景には常に８ビット・マイクロプロセッサの欠点を解消するという意識が働いており，次に述べる二つの16ビット・マイクロプロセッサの生まれた背景とは若干異なります。

Ｚ８０００と６８０００

その後，ザイログ社，モトローラ社より，それぞれＺ8000，68000（ＭＣ68000）が発表されましたが，これらの背景となっているのは，自社の８ビット・マイクロプロセッサではなく，ＬＳＩ－11です。ＬＳＩ－11は，ＤＥＣ社のミニ・コンピュータであるＰＤＰ－11の持つ機能を４チップのＬＳＩにインプリメントしたものです。

したがって，Ｚ8000および68000は，８ビット・マイクロプロセッサの拡張ではなくミニコンの１チップ化から生まれたものなのです。

マイクロプロセッサとミニコン

実際に，8086，Ｚ8000，68000などのいわゆる16ビット・マイクロプロセッサは，処理速度の点で，ほぼ1970年前半の平均的なミニコンと同等以上の能力を持つにいたりました。扱うことのできるメモリの容量も，大半の16ビット・ミニコンを越えています。

８ビット・マイクロプロセッサが最も不得手としていた浮動小数点演算に関しても，インテル社の8087（ｉ8087）に代表される専用のコプロセッサや専用の周辺チップを用いることによって，浮動小数点演算の機能をハードウエアで備えているミニコンと並ぶ処理能力が得られるようになっています。

32ビットのマイクロプロセッサ

1981年，インテル社は３チップで構成されている32ビットのマイクロプロセッサ，ｉＡＰＸ432を発表しました。

そして，このＣＰＵは，２ＭＩＰＳの処理速度を持っていると発表されています。おどろくべきことにこの処理速度は，現在の汎用大型コンピュータに匹敵する能力なのです。

さらに，ｉＡＰＸ432は仮想記憶機能を有しており，そのアドレス空間は約１兆バイトです。この性能は32ビットのスーパー・ミニコンを完全に[illegible]越しています。

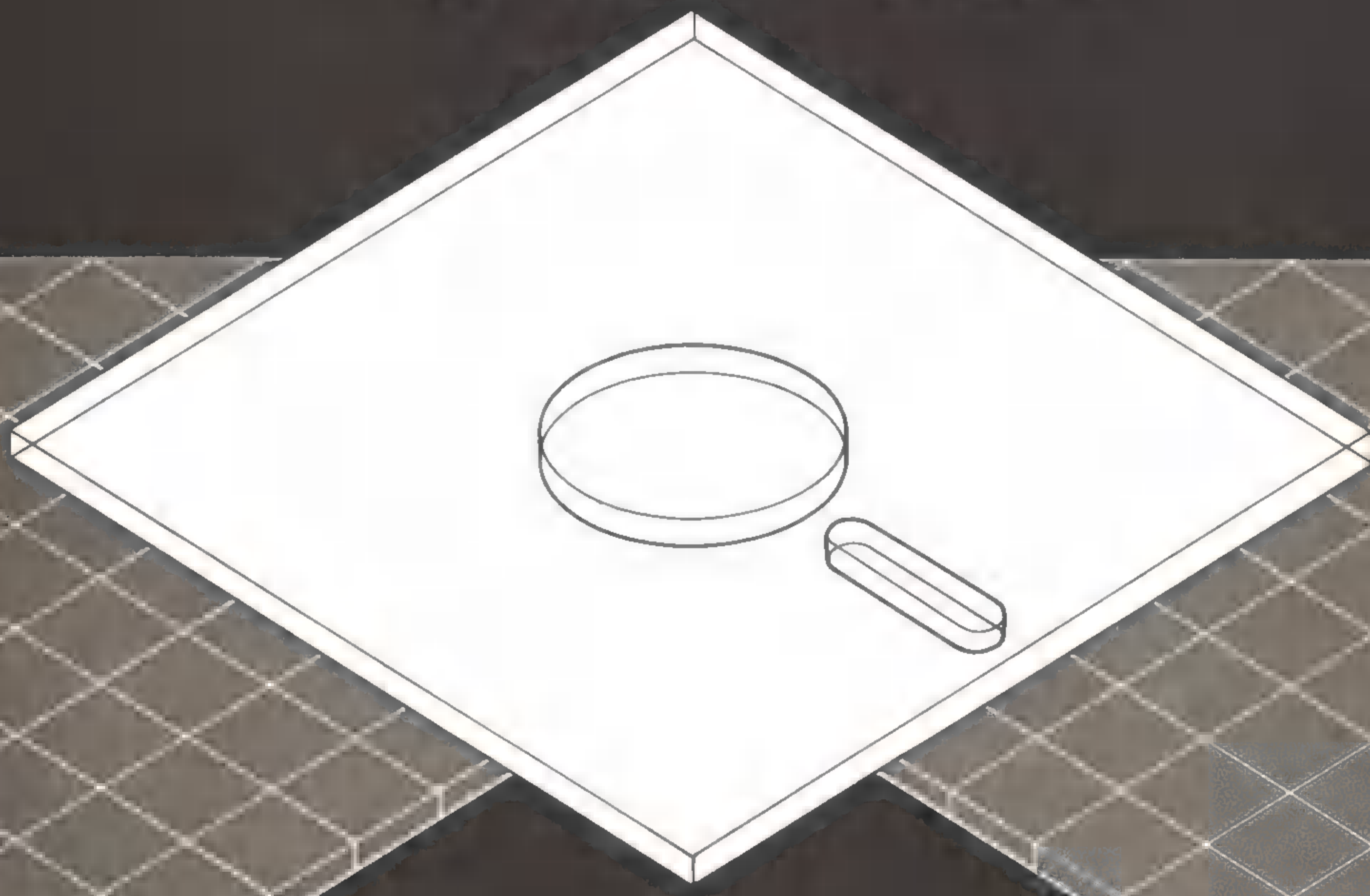
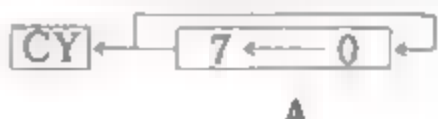
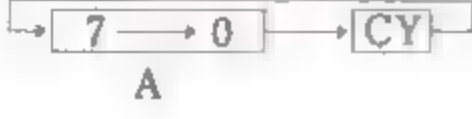
また，ｉＡＰＸ432の開発システムとして，インテル社からは，ＶＡＸ－11上のＡＤＡコンパイラしかサポートされません。これは，ｉＡＰＸ432のアーキテクチャ自身がＡＤＡ系コンパイラのオブジェクトを走らせることを意識しているためです。

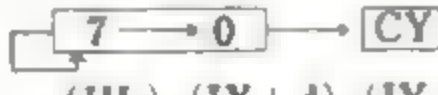
1982年３月２日，モトローラ社も16ビットの68000に続く32ビットのマイクロプロセッサとして，68010および68020を発表しました。

ｉＡＰＸ86(8086)とｉＡＰＸ432の間には，影響を受けてはいるものの，同じインテル社の製品であること以外に特別な関係はありません。しかしモトローラ社の場合には上位互換性を意識した上で発展しており，68000を32ビットにしたものがまさに68020であると考えてよいでしょう。

このように，4004に始まったマイクロプロセッサは，より大きな処理能力とより高い機能を目指して流れてきました。これからも，より大きな処理能力とより高い機能を目標として流れて行くことでしょう。

第5ブロック

付録

付録A μCOM-82インストラクション活用表

1. μCOM－82 インストラクション・セット

命令群	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210
8ビット・ロード命令	LD r, r'	r←r'	•	•	•	•	•	•	1	4	01 r r' Ⓔ
	LD r, n	r←n	•	•	•	•	•	•	2	7	00 r 110 Ⓔ ← n →
	LD r, (HL)	r←(HL)	•	•	•	•	•	•	1	7	01 r 110 Ⓔ
	LD r, (IX+d)	r←(IX+d)	•	•	•	•	•	•	3	19	11 011 101 01 r 110 Ⓔ ← d →
	LD r, (IY+d)	r←(IY+d)	•	•	•	•	•	•	3	19	11 111 101 01 r 110 Ⓔ ← d →
	LD (HL), r	(HL)←r	•	•	•	•	•	•	1	7	01 110 r Ⓔ
	LD (IX+d), r	(IX+d)←r	•	•	•	•	•	•	3	19	11 011 101 01 110 r Ⓔ ← d →
	LD (IY+d), r	(IY+d)←r	•	•	•	•	•	•	3	19	11 111 101 01 110 r Ⓔ ← d →
	LD (HL), n	(HL)←n	•	•	•	•	•	•	2	10	00 110 110 ← n →
	LD (IX+d), n	(IX+d)←n	•	•	•	•	•	•	4	19	11 011 101 00 110 110 ← d → ← n →
	LD (IY+d), n	(IY+d)←n	•	•	•	•	•	•	4	19	11 111 101 00 110 110 ← d → ← n →
	LD A, (BC)	A←(BC)	•	•	•	•	•	•	1	7	00 001 010
	LD A, (DE)	A←(DE)	•	•	•	•	•	•	1	7	00 011 010
	LD A, (nn)	A←(nn)	•	•	•	•	•	•	3	13	00 111 010 ← n → ← n →
	LD (BC), A	(BC)←A	•	•	•	•	•	•	1	7	00 000 010
	LD (DE), A	(DE)←A	•	•	•	•	•	•	1	7	00 010 010
	LD (nn), A	(nn)←A	•	•	•	•	•	•	3	13	00 110 010 ← n → ← n →
	LD A, I	A←I	↕	↕	0	IFF	0	•	2	9	11 101 101 01 010 111
	LD A, R	A←R	↕	↕	0	IFF	0	•	2	9	11 101 101 01 011 111
	LD I, A	I←A	•	•	•	•	•	•	2	9	11 101 101 01 000 111
	LD R, A	R←A	•	•	•	•	•	•	2	9	11 101 101 01 001 111
16ビット・ロード命令	LD dd, nn	dd←nn	•	•	•	•	•	•	3	10	00 dd0 001 Ⓐ ← n → ← n →
	LD IX, nn	IX←nn	•	•	•	•	•	•	4	14	11 011 101 00 100 001 ← n → ← n →
	LD IY, nn	IY←nn	•	•	•	•	•	•	4	14	11 111 101 00 100 001 ← n → ← n →
	LD HL, (nn)	H←(nn+1) L←(nn)	•	•	•	•	•	•	3	16	00 101 010 ← n → ← n →
	LD dd, (nn)	dd_H←(nn+1) dd_L←(nn)	•	•	•	•	•	•	4	20	11 101 101 01 dd1 011 Ⓐ ← n → ← n →

命令群	ニーモニック	オペレーション	フラグ S Z H P/V N C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210	
16ビット・ロード命令	LD IX, (nn)	IX_H←(nn+1) IX_L←(nn)	• • • • • • •	4	20	11 011 101 00 101 010 ← n → ← n →	
	LD IY, (nn)	IY_H←(nn+1) IY_L←(nn)	• • • • • • •	4	20	11 111 101 00 101 010 ← n → ← n →	
	LD (nn), HL	(nn+1)←H (nn)←L	• • • • • • •	3	16	00 100 010 ← n → ← n →	
	LD (nn), dd	(nn+1)←dd_H (nn)←dd_L	• • • • • • •	4	20	11 101 101 01 dd0 011 ← n → ← n →	Ⓐ
	LD (nn), IX	(nn+1)←IX_H (nn)←IX_L	• • • • • • •	4	20	11 011 101 00 100 010 ← n → ← n →	
	LD (nn), IY	(nn+1)←IY_H (nn)←IY_L	• • • • • • •	4	20	11 111 101 00 100 010 ← n → ← n →	
	LD SP, HL	SP←HL	• • • • • • •	1	6	11 111 001	
	LD SP, IX	SP←IX	• • • • • • •	2	10	11 011 101 11 111 001	
	LD SP, IY	SP←IY	• • • • • • •	2	10	11 111 101 11 111 001	
	PUSH qq	(SP−2)←qq_L (SP−1)←qq_H	• • • • • • •	1	11	11 qq0 101	Ⓑ
	PUSH IX	(SP−2)←IX_L (SP−1)←IX_H	• • • • • • •	2	15	11 011 101 11 100 101	
	PUSH IY	(SP−2)←IY_L (SP−1)←IY_H	• • • • • • •	2	15	11 111 101 11 100 101	
	POP qq	qq_H←(SP+1) qq_L←(SP)	• • • • • • •	1	10	11 qq0 001	Ⓑ
	POP IX	IX_H←(SP+1) IX_L←(SP)	• • • • • • •	2	14	11 011 101 11 100 001	
	POP IY	IY_H←(SP+1) IY_L←(SP)	• • • • • • •	2	14	11 111 101 11 100 001	
エクスチェンジ命令	EX DE, HL	DE↔HL	• • • • • • •	1	4	11 101 011	
	EX AF, AF'	AF↔AF'	• • • • • • •	1	4	00 001 000	
	EXX	BC↔BC' DE↔DE' HL↔HL'	• • • • • • •	1	4	11 011 001	
	EX (SP), HL	H↔(SP+1) L↔(SP)	• • • • • • •	1	19	11 100 011	
	EX (SP), IX	IX_H↔(SP+1) IX_L↔(SP)	• • • • • • •	2	23	11 011 101 11 100 011	
	EX (SP), IY	IY_H↔(SP+1) IY_L↔(SP)	• • • • • • •	2	23	11 111 101 11 100 011	
ブロック転送命令	LDI	(DE)←(HL) DE←DE+1 HL←HL+1 BC←BC−1	• • 0 ↕① 0 •	2	16	11 101 101 10 100 000	
	LDIR	(DE)←(HL) DE←DE+1 HL←HL+1 BC←BC−1 until BC=0	• • 0 0 0 •	2	21 if BC≠0 16 if BC=0	11 101 101 10 110 000	

命令群	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210
ブロック転送命令	LDD	(DE)←(HL) DE←DE−1 HL←HL−1 BC←BC−1	•	•	0	① ↕	0	•	2	16	11 101 101 10 101 000
	LDDR	(DE)←(HL) DE←DE−1 HL←HL−1 BC←BC−1 until BC=0	•	•	0	0	0	•	2	21 if BC≠0 16 if BC=0	11 101 101 10 111 000
ブロック・サーチ命令	CPI	A−(HL) HL←HL+1 BC←BC−1	↕	② ↕	↕	① ↕	1	•	2	16	11 101 101 10 100 001
	CPIR	A−(HL) HL←HL+1 BC←BC−1 until A=(HL) or BC=0	↕	② ↕	↕	① ↕	1	•	2	21 if BC≠0 and A≠(HL) 16 if BC=0 or A=(HL)	11 101 101 10 110 001
	CPD	A−(HL) HL←HL−1 BC←BC−1	↕	② ↕	↕	① ↕	1	•	2	16	11 101 101 10 101 001
	CPDR	A−(HL) HL←HL−1 BC←BC−1 until A=(HL) or BC=0	↕	② ↕	↕	① ↕	1	•	2	21 if BC≠0 and A≠(HL) 16 if BC=0 or A=(HL)	11 101 101 10 111 001
8ビット算術論理演算命令	ADD A, r	A←A+r	↕	↕	↕	V	0	↕	1	4	10 000 r Ⓔ
	ADD A, n	A←A+n	↕	↕	↕	V	0	↕	2	7	11 000 110 ← n →
	ADD A, (HL)	A←A+(HL)	↕	↕	↕	V	0	↕	1	7	10 000 110
	ADD A, (IX+d)	A←A+(IX+d)	↕	↕	↕	V	0	↕	3	19	11 011 101 10 000 110 ← d →
	ADD, A, (IY+d)	A←A+(IY+d)	↕	↕	↕	V	0	↕	3	19	11 111 101 10 000 110 ← d →
	ADC A, r	A←A+r+CY	↕	↕	↕	V	0	↕	1	4	10 001 r Ⓔ
	ADC A, n	A←A+n+CY	↕	↕	↕	V	0	↕	2	7	11 001 110 ← n →
	ADC A, (HL)	A←A+(HL)+CY	↕	↕	↕	V	0	↕	1	7	10 001 110
	ADC A, (IX+d)	A←A+(IX+d)+CY	↕	↕	↕	V	0	↕	3	19	11 011 101 10 001 110 ← d →
	ADC A, (IY+d)	A←A+(IY+d)+CY	↕	↕	↕	V	0	↕	3	19	11 111 101 10 001 110 ← d →
	SUB r	A←A−r	↕	↕	↕	V	1	↕	1	4	10 010 r Ⓔ
	SUB n	A←A−n	↕	↕	↕	V	1	↕	2	7	11 010 110 ← n →
	SUB (HL)	A←A−(HL)	↕	↕	↕	V	1	↕	1	7	10 010 110
	SUB (IX+d)	A←A−(IX+d)	↕	↕	↕	V	1	↕	3	19	11 011 101 10 010 110 ← d →
	SUB (IY+d)	A←A−(IY+d)	↕	↕	↕	V	1	↕	3	19	11 111 101 10 010 110 ← d →
	SBC A, r	A←A−r−CY	↕	↕	↕	V	1	↕	1	4	10 011 r Ⓔ
	SBC A, n	A←A−n−CY	↕	↕	↕	V	1	↕	2	7	11 011 110 ← n →
	SBC A, (HL)	A←A−(HL)−CY	↕	↕	↕	V	1	↕	1	7	10 011 110

命令群	ニーモニック	オペレーション	フラグ S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210	
8ビット算術論理演算命令	SBC A, (IX+d)	A←A−(IX+d)−CY	↕	↕	↕	V	1	↕	3	19	11 011 101 10 011 110 ← d →	
	SBC A, (IY+d)	A←A−(IY+d)−CY	↕	↕	↕	V	1	↕	3	19	11 111 101 10 011 110 ← d →	
	AND r	A←A∧r	↕	↕	1	P	0	0	1	4	10 100 r	Ⓔ
	AND n	A←A∧n	↕	↕	1	P	0	0	2	7	11 100 110 ← n →	
	AND (HL)	A←A∧(HL)	↕	↕	1	P	0	0	1	7	10 100 110	
	AND (IX+d)	A←A∧(IX+d)	↕	↕	1	P	0	0	3	19	11 011 101 10 100 110 ← d →	
	AND (IY+d)	A←A∧(IY+d)	↕	↕	1	P	0	0	3	19	11 111 101 10 100 110 ← d →	
	OR r	A←A∨r	↕	↕	0	P	0	0	1	4	10 110 r	Ⓔ
	OR n	A←A∨n	↕	↕	0	P	0	0	2	7	11 110 110 ← n →	
	OR (HL)	A←A∨(HL)	↕	↕	0	P	0	0	1	7	10 110 110	
	OR (IX+d)	A←A∨(IX+d)	↕	↕	0	P	0	0	3	19	11 011 101 10 110 110 ← d →	
	OR (IY+d)	A←A∨(IY+d)	↕	↕	0	P	0	0	3	19	11 111 101 10 110 110 ← d →	
	XOR r	A←A⊻r	↕	↕	0	P	0	0	1	4	10 101 r	Ⓔ
	XOR n	A←A⊻n	↕	↕	0	P	0	0	2	7	11 101 110 ← n →	
	XOR (HL)	A←A⊻(HL)	↕	↕	0	P	0	0	1	7	10 101 110	
	XOR (IX+d)	A←A⊻(IX+d)	↕	↕	0	P	0	0	3	19	11 011 101 10 101 110 ← d →	
	XOR (IY+d)	A←A⊻(IY+d)	↕	↕	0	P	0	0	3	19	11 111 101 10 101 110 ← d →	
	CP r	A−r	↕	↕	↕	V	1	↕	1	4	10 111 r	Ⓔ
	CP n	A−n	↕	↕	↕	V	1	↕	2	7	11 111 110 ← n →	
	CP (HL)	A−(HL)	↕	↕	↕	V	1	↕	1	7	10 111 110	
	CP (IX+d)	A−(IX+d)	↕	↕	↕	V	1	↕	3	19	11 011 101 10 111 110 ← d →	
	CP (IY+d)	A−(IY+d)	↕	↕	↕	V	1	↕	3	19	11 111 101 10 111 110 ← d →	
	INC r	r←r+1	↕	↕	↕	V	0	•	1	4	00 r 100	Ⓔ
	INC (HL)	(HL)←(HL)+1	↕	↕	↕	V	0	•	1	11	00 110 100	
	INC (IX+d)	(IX+d)←(IX+d)+1	↕	↕	↕	V	0	•	3	23	11 011 101 00 110 100 ← d →	
	INC (IY+d)	(IY+d)←(IX+d)+1	↕	↕	↕	V	0	•	3	23	11 111 101 00 110 100 ← d →	
	DEC r	r←r−1	↕	↕	↕	V	1	•	1	4	00 r 101	Ⓔ
	DEC (HL)	(HL)←(HL)−1	↕	↕	↕	V	1	•	1	11	00 110 101	
	DEC (IX+d)	(IX+d)←(IX+d)−1	↕	↕	↕	V	1	•	3	23	11 011 101 00 110 101 ← d →	

命令群	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210
8ビット算術論理演算命令	DEC (IY+d)	(IY+d)←(IY+d)−1	↕	↕	↕	V	1	•	3	23	11 111 101 00 110 101 ← d →
16ビット算術演算命令	ADD HL, ss	HL←HL+ss	•	•	×	•	0	↕	1	11	00 ss1 001 Ⓐ
	ADC HL, ss	HL←HL+ss+CY	↕	↕	×	V	0	↕	2	15	11 101 101 01 ss1 010 Ⓐ
	SBC HL, ss	HL←HL−ss−CY	↕	↕	×	V	1	↕	2	15	11 101 101 01 ss0 010 Ⓐ
	ADD IX, pp	IX←IX+pp	•	•	×	•	0	↕	2	15	11 011 101 00 pp1 001 Ⓒ
	ADD IY, rr	IY←IY+rr	•	•	×	•	0	↕	2	15	11 111 101 00 rr1 001 Ⓓ
	INC ss	ss←ss+1	•	•	•	•	•	•	1	6	00 ss0 011 Ⓐ
	INC IX	IX←IX+1	•	•	•	•	•	•	2	10	11 011 101 00 100 011
	INC IY	IY←IY+1	•	•	•	•	•	•	2	10	11 111 101 00 100 011
	DEC ss	ss←ss−1	•	•	•	•	•	•	1	6	00 ss1 011 Ⓐ
	DEC IX	IX←IX−1	•	•	•	•	•	•	2	10	11 011 101 00 101 011
	DEC IY	IY←IY−1	•	•	•	•	•	•	2	10	11 111 101 00 101 011
アキュムレータ操作命令	DAA	Decimal adjust Acc	↕	↕	↕	P	•	↕	1	4	00 100 111
	CPL	A←$\bar{A}$	•	•	1	•	1	•	1	4	00 101 111
	NEG	A←$\bar{A}$+1	↕	↕	↕	V	1	↕	2	8	11 101 101 01 000 100
	CCF	CY←$\overline{CY}$	•	•	×	•	0	↕	1	4	00 111 111
	SCF	CY←1	•	•	0	•	0	1	1	4	00 110 111
CPUコントロール命令	NOP	No operation	•	•	•	•	•	•	1	4	00 000 000
	HALT	CPU halted	•	•	•	•	•	•	1	4	01 110 110
	DI	IFF←0	•	•	•	•	•	•	1	4	11 110 011
	EI	IFF←1	•	•	•	•	•	•	1	4	11 111 011
	IM 0	Set interrupt mode 0	•	•	•	•	•	•	2	8	11 101 101 01 000 110
	IM 1	Set interrupt mode 1	•	•	•	•	•	•	2	8	11 101 101 01 010 110
	IM 2	Set interrupt mode 2	•	•	•	•	•	•	2	8	11 101 101 01 011 110
ローテート・シフト命令	RLCA	CY ← [7 ← 0] ← (A)	•	•	0	•	0	↕	1	4	00 000 111
	RLA	⌐CY ← [7 ← 0] ← (A)	•	•	0	•	0	↕	1	4	00 010 111
	RRCA	→ [7 → 0] → CY (A)	•	•	0	•	0	↕	1	4	00 001 111
	RRA	→ [7 → 0] → CY⌐ (A)	•	•	0	•	0	↕	1	4	00 011 111

命令群	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210	
ローテート・シフト命令	RLC r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 000 r	Ⓔ
	RLC (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 000 110	
	RLC (IX+d)	CY ← 7 ← 0 ← r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 000 110	
	RLC (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 000 110	
	RL r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 010 r	Ⓔ
	RL (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 010 110	
	RL (IX+d)	CY ← 7 ← 0 r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 010 110	
	RL (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 010 110	
	RRC r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 001 r	Ⓔ
	RRC (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 001 110	
	RRC (IX+d)	→ 7 → 0 → CY r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 001 110	
	RRC (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 001 110	
	RR r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 011 r	Ⓔ
	RR (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 011 110	
	RR (IX+d)	→ 7 → 0 → CY r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 011 110	
	RR (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 011 110	
	SLA r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 100 r	Ⓔ
	SLA (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 100 110	
	SLA (IX+d)	CY ← 7 ← 0 ← 0 r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 100 110	
	SLA (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 100 110	

命令群	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210
ローテート・シフト命令	SRA r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 101 r Ⓔ
	SRA (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 101 110
	SRA (IX+d)	┌→ 7 → 0 → CY r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 101 110
	SRA (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 101 110
	SRL r		↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 001 011 00 111 r Ⓔ
	SRL (HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 001 011 00 111 110
	SRL (IX+d)	0→ 7 → 0 → CY r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 00 111 110
	SRL (IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 00 111 110
	RLD	A 7−4 3−0 7−4 3−0 (HL)	↕	↕	0	P	0	·	2	18	11 101 101 01 101 111
	RRD	A 7−4 3−0 7−4 3−0 (HL)	↕	↕	0	P	0	·	2	18	11 101 101 01 100 111
ビット操作命令	BIT b, r	$Z \leftarrow \overline{r_b}$	×	↕	1	×	0	·	2	8	11 001 011 01 b r ⒺⒻ
	BIT b, (HL)	$Z \leftarrow \overline{(HL)}_b$	×	↕	1	×	0	·	2	12	11 001 011 01 b 110 Ⓕ
	BIT b, (IX+d)	$Z \leftarrow \overline{(IX+d)}_b$	×	↕	1	×	0	·	4	20	11 011 101 11 001 011 ← d → 01 b 110 Ⓕ
	BIT b, (IY+d)	$Z \leftarrow \overline{(IY+d)}_b$	×	↕	1	×	0	·	4	20	11 111 101 11 001 011 ← d → 01 b 110 Ⓕ
	SET b, r	$r_b \leftarrow 1$	·	·	·	·	·	·	2	8	11 001 011 11 b r ⒺⒻ
	SET b, (HL)	$(HL)_b \leftarrow 1$	·	·	·	·	·	·	2	15	11 001 011 11 b 110 Ⓕ
	SET b, (IX+d)	$(IX+d)_b \leftarrow 1$	·	·	·	·	·	·	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 11 b 110 Ⓕ
	SET b, (IY+d)	$(IY+d)_b \leftarrow 1$	·	·	·	·	·	·	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 11 b 110 Ⓕ
	RES b, r	$r_b \leftarrow 0$	·	·	·	·	·	·	2	8	11 001 011 10 b r ⒺⒻ
	RES b, (HL)	$(HL)_b \leftarrow 0$	·	·	·	·	·	·	2	15	11 001 011 10 b 110 Ⓕ
	RES b, (IX+d)	$(IX+d)_b \leftarrow 0$	·	·	·	·	·	·	4	23	11 011 101 11 001 011 ← d → 10 b 110 Ⓕ
	RES b, (IY+d)	$(IY+d)_b \leftarrow 0$	·	·	·	·	·	·	4	23	11 111 101 11 001 011 ← d → 10 b 110 Ⓕ

命令群	ニーモニック	オペレーション	フラグ S Z H P/V N C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210
ジャンプ・コール・リターン命令	JP nn	PC←nn	• • • • • • •	3	10	11 000 011 ← n → ← [illegible] →
	JP cc, nn	If cc is true PC←nn Otherwise continue	• • • • • • •	3	10	11 cc 010 Ⓖ ← n → ← n →
	JR e	PC←PC+e	• • • • • • •	2	12	00 011 000 ← e−2 →
	JR C, e	If C=0 continue If C=1 PC←PC+e	• • • • • • •	2	7 if C=0 12 if C=1	00 111 000 ← e−2 →
	JR NC, e	If C=1 continue If C=0 PC←PC+e	• • • • • • •	2	7 if C=1 12 if C=0	00 110 000 ← e−2 →
	JR Z, e	If Z=0 continue If Z=1 PC←PC+e	• • • • • • •	2	7 if Z=0 12 if Z=1	00 101 000 ← e−2 →
	JR NZ, e	If Z=1 continue If Z=0 PC←PC+e	• • • • • • •	2	7 if Z=1 12 if Z=0	00 100 000 ← e−2 →
	JP (HL)	PC←HL	• • • • • • •	1	4	11 101 001
	JP (IX)	PC←IX	• • • • • • •	2	8	11 011 101 11 101 001
	JP (IY)	PC←IY	• • • • • • •	2	8	11 111 101 11 101 001
	DJNZ e	B←B−1 if B=0 continue if B≠0 PC←PC+e	• • • • • • •	2	[illegible] if B=0 13 if B≠0	00 010 000 ← e−2 →
	CALL nn	(SP−1)←PC_H (SP−2)←PC_L PC←nn	• • • • • • •	3	17	11 001 101 ← n → ← n →
	CALL cc, nn	If cc is false continue otherwise same as CALL nn	• • • • • • •	3	10 if cc is false 17 if cc is true	11 cc 100 Ⓖ ← n → ← n →
	RET	PC_L←(SP) PC_H←(SP+1)	• • • • • • •	1	10	11 001 001
	RET cc	If cc is false continue otherwise same as RET	• • • • • • •	1	5 if cc is false 11 if cc is true	11 cc 000 Ⓖ
	RETI	Return from interrupt	• • • • • • •	2	14	11 101 101 01 001 101
	RETN	Return from non maskable interrupt	• • • • • • •	2	14	11 101 101 01 000 101
	RST p	(SP−1)←PC_H (SP−2)←PC_L PC_H←0 PC_L←p	• • • • • • •	1	11	11 [illegible] 111 Ⓗ
入出力命令	IN A, n	A←(n) $A_{0\sim7}$←n $A_{8\sim15}$←A	• • • • • • •	2	11	11 011 011 ← n →
	IN r, (C)	r←(C) if r=110 only the flags will be affected $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	↕ ↕ ↕ P 0 •	2	12	11 101 101 01 r 000 Ⓔ
	INI	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL+1 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	× ↕③ × × 1 •	2	16	11 101 101 10 100 010
	INIR	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL+1 until B=0 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	× 1 × × 1 •	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 101 101 10 110 010
	IND	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL−1 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	× ↕③ × × 1 •	2	16	11 101 101 10 101 010

命令群	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76 543 210
入出力命令	INDR	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL−1 until B=0 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 101 101 10 111 010
	OUT n, A	(n)←A $A_{0\sim7}$←n $A_{8\sim15}$←A	•	•	•	•	•	•	2	11	11 010 011 ← n →
	OUT (C), r	(C)←r $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	•	•	•	•	•	•	2	12	11 101 101 01 r 001 Ⓔ
	OUTI	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL+1 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	③ ↕	×	×	1	•	2	16	11 101 101 10 100 011
	OTIR	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL+1 until B=0 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 101 101 10 110 011
	OUTD	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL−1 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	③ ↕	×	×	1	•	2	16	11 101 101 10 101 011
	OTDR	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL−1 until B=0 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 101 101 10 111 011

Ⓐ		Ⓑ		Ⓒ		Ⓓ	
Reg	ss dd	Reg	qq	Reg	pp	Reg	rr
BC	00	BC	00	BC	00	BC	00
DE	01	DE	01	DE	01	DE	01
HL	10	HL	10	IX	10	IY	10
SP	11	AF	11	SP	11	SP	11

d, n ：8ビット・イミーディエト・データ
e ：相対アドレシングの変位置
e－2：■の実効変位置

Ⓔ		Ⓕ		Ⓖ				Ⓗ	
Reg	r, r'	Bit	b	cc		Condition	Flag	P	t
B	000	0	000	000	NZ	Non Zero	Z	00H	000
C	001	1	001	001	Z	Zero	Z	08H	001
D	010	2	010	010	NC	Non Carry	C	10H	010
E	011	3	011	011	C	Carry	C	18H	011
H	100	4	100	100	PO	Parity Odd	P/V	20H	100
L	101	5	101	101	PE	Parity Even	P/V	28H	101
A	111	6	110	110	P	Sign Positive	S	30H	110
		7	111	111	M	Sign Negative	S	38H	111

フラグ
- •：影響受けない
- 0：リセット
- 1：セット
- ×：不定
- ↕：演算結果に従った影響を受ける
- P："1" 偶数パリティ，"0" 奇数パリティ
- V："1"オーバフロー有り，"0"オーバフロー無し
- IFF：P/Vフラグ←（IFF）

① BC−1=0 ならば P/V=0, その他 P/V=1
② A=(HL) ならば Z=1, その他 Z=0
③ B−1=0 ならば Z=1, その他 Z=0

2. μCOM-82 機械語↔ニーモニック対応表

機械語	──→	ニーモニック	機械語	──→	ニーモニック	機械語	──→	ニーモニック	機械語	──→	ニーモニック
00	NOP		40	LD	B, B	80	ADD	A, B	C0	RET	NZ
01	LD	BC, nn	41	LD	B, C	81	ADD	A, C	C1	POP	BC
02	LD	(BC), A	42	LD	B, D	82	ADD	A, D	C2	JP	NZ, nn
03	INC	BC	43	LD	B, E	83	ADD	A, E	C3	JP	nn
04	INC	B	44	LD	B, H	84	ADD	A, H	C4	CALL	NZ, nn
05	DEC	B	45	LD	B, L	85	ADD	A, L	C5	PUSH	BC
06	LD	B, n	46	LD	B, (HL)	86	ADD	A, (HL)	C6	ADD	A, n
07	RLCA		47	LD	B, A	87	ADD	A, A	C7	RST	00H
08	EX	AF, AF	48	LD	C, B	88	ADC	A, B	C8	RET	Z
09	ADD	HL, BC	49	LD	C, C	89	ADC	A, C	C9	RET	
0A	LD	A, (BC)	4A	LD	C, D	8A	ADC	A, D	CA	JP	Z, nn
0B	DEC	BC	4B	LD	C, E	8B	ADC	A, E	CB		
0C	INC	C	4C	LD	C, H	8C	ADC	A, H	CC	CALL	Z, nn
0D	DEC	C	4D	LD	C, L	8D	ADC	A, L	CD	CALL	nn
0E	LD	C, n	4E	LD	C, (HL)	8E	ADC	A, (HL)	CE	ADC	A, n
0F	RRCA		4F	LD	C, A	8F	ADC	A, A	CF	RST	08H
10	DJNZ	e	50	LD	D, B	90	SUB	B	D0	RET	NC
11	LD	DE, nn	51	LD	D, C	91	SUB	C	D1	POP	DE
12	LD	(DE), A	52	LD	D, D	92	SUB	D	D2	JP	NC, nn
13	INC	DE	53	LD	D, E	93	SUB	E	D3	OUT	n, A
14	INC	D	54	LD	D, H	94	SUB	H	D4	CALL	NC, nn
15	DEC	D	55	LD	D, L	95	SUB	L	D5	PUSH	DE
16	LD	D, n	56	LD	D, (HL)	96	SUB	(HL)	D6	SUB	n
17	RLA		57	LD	D, A	97	SUB	A	D7	RST	10H
18	JR	e	58	LD	E, B	98	SBC	A, B	D8	RET	C
19	ADD	HL, DE	59	LD	E, C	99	SBC	A, C	D9	EXX	
1A	LD	A, (DE)	5A	LD	E, D	9A	SBC	A, D	DA	JP	C, nn
1B	DEC	DE	5B	LD	E, E	9B	SBC	A, E	DB	IN	A, n
1C	INC	E	5C	LD	E, H	9C	SBC	A, H	DC	CALL	C, nn
1D	DEC	E	5D	LD	E, L	9D	SBC	A, L	DD		
1E	LD	E, n	5E	LD	E, (HL)	9E	SBC	A, (HL)	DE	SBC	A, n
1F	RRA		5F	LD	E, A	9F	SBC	A, A	DF	RST	18H
20	JR	NZ, e	60	LD	H, B	A0	AND	B	E0	RET	PO
21	LD	HL, nn	61	LD	H, C	A1	AND	C	E1	POP	HL
22	LD	(nn), HL	62	LD	H, D	A2	AND	D	E2	JP	PO, nn
23	INC	HL	63	LD	H, E	A3	AND	E	E3	EX	(SP), HL
24	INC	H	64	LD	H, H	A4	AND	H	E4	CALL	PO, nn
25	DEC	H	65	LD	H, L	A5	AND	L	E5	PUSH	HL
26	LD	H, n	66	LD	H, (HL)	A6	AND	(HL)	E6	AND	n
27	DAA		67	LD	H, A	A7	AND	A	E7	RST	20H
28	JR	Z, e	68	LD	L, B	A8	XOR	B	E8	RET	PE
29	ADD	HL, HL	69	LD	L, C	A9	XOR	C	E9	JP	(HL)
2A	LD	HL, (nn)	6A	LD	L, D	AA	XOR	D	EA	JP	PE, nn
2B	DEC	HL	6B	LD	L, E	AB	XOR	E	EB	EX	DE, HL
2C	INC	L	6C	LD	L, H	AC	XOR	H	EC	CALL	PE, nn
2D	DEC	L	6D	LD	L, L	AD	XOR	L	ED		
2E	LD	L, n	6E	LD	L, (HL)	AE	XOR	(HL)	EE	XOR	n
2F	CPL		6F	LD	L, A	AF	XOR	A	EF	RST	28H
30	JR	NC, e	70	LD	(HL), B	B0	OR	B	F0	RET	P
31	LD	SP, nn	71	LD	(HL), C	B1	OR	C	F1	POP	AF
32	LD	(nn), A	72	LD	(HL), D	B2	OR	D	F2	JP	P, nn
33	INC	SP	73	LD	(HL), E	B3	OR	E	F3	DI	
34	INC	(HL)	74	LD	(HL), H	B4	OR	H	F4	CALL	P, nn
35	DEC	(HL)	75	LD	(HL), L	B5	OR	L	F5	PUSH	AF
36	LD	(HL), n	76	HALT		B6	OR	(HL)	F6	OR	n
37	SCF		77	LD	(HL), A	B7	OR	A	F7	RST	30H
38	JR	C, e	78	LD	A, B	B8	CP	B	F8	RET	M
39	ADD	HL, SP	79	LD	A, C	B9	CP	C	F9	LD	SP, HL
3A	LD	A, (nn)	7A	LD	A, D	BA	CP	D	FA	JP	M, nn
3B	DEC	SP	7B	LD	A, E	BB	CP	E	FB	EI	
3C	INC	A	7C	LD	A, H	BC	CP	H	FC	CALL	M, nn
3D	DEC	A	7D	LD	A, L	BD	CP	L	FD		
3E	LD	A, n	7E	LD	A, (HL)	BE	CP	(HL)	FE	CP	n
3F	CCF		7F	LD	A, A	BF	CP	A	FF	RST	38H

CB ××

Code	Instr.	Operand	Code	Instr.	Operand	Code	Instr.	Operand	Code	Instr.	Operand
00	RLC	B	40	BIT	0,B	80	RES	0,B	C0	SET	0,B
01	RLC	C	41	BIT	0,C	81	RES	0,C	C1	SET	0,C
02	RLC	D	42	BIT	0,D	82	RES	0,D	C2	SET	0,D
03	RLC	E	43	BIT	0,E	83	RES	0,E	C3	SET	0,E
04	RLC	H	44	BIT	0,H	84	RES	0,H	C4	SET	0,H
05	RLC	L	45	BIT	0,L	85	RES	0,L	C5	SET	0,L
06	RLC	(HL)	46	BIT	0,(HL)	86	RES	0,(HL)	C6	SET	0,(HL)
07	RLC	A	47	BIT	0,A	87	RES	0,A	C7	SET	0,A
08	RRC	B	48	BIT	1,B	88	RES	1,B	C8	SET	1,B
09	RRC	C	49	BIT	1,C	89	RES	1,C	C9	SET	1,C
0A	RRC	D	4A	BIT	1,D	8A	RES	1,D	CA	SET	1,D
0B	RRC	E	4B	BIT	1,E	8B	RES	1,E	CB	SET	1,E
0C	RRC	H	4C	BIT	1,H	8C	RES	1,H	CC	SET	1,H
0D	RRC	L	4D	BIT	1,L	8D	RES	1,L	CD	SET	1,L
0E	RRC	(HL)	4E	BIT	1,(HL)	8E	RES	1,(HL)	CE	SET	1,(HL)
0F	RRC	A	4F	BIT	1,A	8F	RES	1,A	CF	SET	1,A
10	RL	B	50	BIT	2,B	90	RES	2,B	D0	SET	2,B
11	RL	C	51	BIT	2,C	91	RES	2,C	D1	SET	2,C
12	RL	D	52	BIT	2,D	92	RES	2,D	D2	SET	2,D
13	RL	E	53	BIT	2,E	93	RES	2,E	D3	SET	2,E
14	RL	H	54	BIT	2,H	94	RES	2,H	D4	SET	2,H
15	RL	L	55	BIT	2,L	95	RES	2,L	D5	SET	2,L
16	RL	(HL)	56	BIT	2,(HL)	96	RES	2,(HL)	D6	SET	2,(HL)
17	RL	A	57	BIT	2,A	97	RES	2,A	D7	SET	2,A
18	RR	B	58	BIT	3,B	98	RES	3,B	D8	SET	3,B
19	RR	C	59	BIT	3,C	99	RES	3,C	D9	SET	3,C
1A	RR	D	5A	BIT	3,D	9A	RES	3,D	DA	SET	3,D
1B	RR	E	5B	BIT	3,E	9B	RES	3,E	DB	SET	3,E
1C	RR	H	5C	BIT	3,H	9C	RES	3,H	DC	SET	3,H
1D	RR	L	5D	BIT	3,L	9D	RES	3,L	DD	SET	3,L
1E	RR	(HL)	5E	BIT	3,(HL)	9E	RES	3,(HL)	DE	SET	3,(HL)
1F	RR	A	5F	BIT	3,A	9F	RES	3,A	DF	SET	3,A
20	SLA	B	60	BIT	4,B	A0	RES	4,B	E0	SET	4,B
21	SLA	C	61	BIT	4,C	A1	RES	4,C	E1	SET	4,C
22	SLA	D	62	BIT	4,D	A2	RES	4,D	E2	SET	4,D
23	SLA	E	63	BIT	4,E	A3	RES	4,E	E3	SET	4,E
24	SLA	H	64	BIT	4,H	A4	RES	4,H	E4	SET	4,H
25	SLA	L	65	BIT	4,L	A5	RES	4,L	E5	SET	4,L
26	SLA	(HL)	66	BIT	4,(HL)	A6	RES	4,(HL)	E6	SET	4,(HL)
27	SLA	A	67	BIT	4,A	A7	RES	4,A	E7	SET	4,A
28	SRA	B	68	BIT	5,B	A8	RES	5,B	E8	SET	5,B
29	SRA	C	69	BIT	5,C	A9	RES	5,C	E9	SET	5,C
2A	SRA	D	6A	BIT	5,D	AA	RES	5,D	EA	SET	5,D
2B	SRA	E	6B	BIT	5,E	AB	RES	5,E	EB	SET	5,E
2C	SRA	H	6C	BIT	5,H	AC	RES	5,H	EC	SET	5,H
2D	SRA	L	6D	BIT	5,L	AD	RES	5,L	ED	SET	5,L
2E	SRA	(HL)	6E	BIT	5,(HL)	AE	RES	5,(HL)	EE	SET	5,(HL)
2F	SRA	A	6F	BIT	5,A	AF	RES	5,A	EF	SET	5,A
30			70	BIT	6,B	B0	RES	6,B	F0	SET	6,B
31			71	BIT	6,C	B1	RES	6,C	F1	SET	6,C
32			72	BIT	6,D	B2	RES	6,D	F2	SET	6,D
33			73	BIT	6,E	B3	RES	6,E	F3	SET	6,E
34			74	BIT	6,H	B4	RES	6,H	F4	SET	6,H
35			75	BIT	6,L	B5	RES	6,L	F5	SET	6,L
36			76	BIT	[illegible],(HL)	B6	RES	6,(HL)	F6	SET	6,(HL)
37			77	BIT	6,A	B7	RES	6,A	F7	SET	6,A
38	SRL	B	78	BIT	7,B	B8	RES	7,B	F8	SET	7,B
39	SRL	C	79	BIT	7,C	B9	RES	7,C	F9	SET	7,C
3A	SRL	D	7A	BIT	7,D	BA	RES	7,D	FA	SET	7,D
3B	SRL	E	7B	BIT	7,E	BB	RES	7,E	FB	SET	7,E
3C	SRL	H	7C	BIT	7,H	BC	RES	7,H	FC	SET	7,H
3D	SRL	L	7D	BIT	7,L	BD	RES	7,L	FD	SET	7,L
3E	SRL	(HL)	7E	BIT	7,(HL)	BE	RES	7,(HL)	FE	SET	7,(HL)
3F	SRL	A	7F	BIT	7,A	BF	RES	7,A	FF	SET	7,A

DD ××					ED ××			FD ××				
09			ADD	IX, BC	40	IN	B, (C)	09			ADD	IY, BC
19			ADD	IX, DE	41	OUT	(C), B	19			ADD	IY, DE
21			LD	IX, nn	42	SBC	HL, BC	21			LD	IY, nn
22			LD	(nn), IX	43	LD	(nn), BC	22			LD	(nn), IY
23			INC	IX	44	NEG		23			INC	IY
29			ADD	IX, IX	45	RETN		29			ADD	IY, IY
2A			LD	IX, (nn)	46	IM	0	2A			LD	IY, (nn)
2B			DEC	IX	47	LD	I, A	2B			DEC	IY
34			INC	(IX+d)	48	IN	C, (C)	34			INC	(IY+d)
35			DEC	(IX+d)	49	OUT	(C), C	35			DEC	(IY+d)
36			LD	(IX+d), n	4A	ADC	HL, BC	36			LD	(IY+d), n
39			ADD	IX, SP	4B	LD	BC, (nn)	39			ADD	IY, SP
46			LD	B, (IX+d)	4D	RETI		46			LD	B, (IY+d)
4E			LD	C, (IX+d)	4F	LD	R, A	4E			LD	C, (IY+d)
56			LD	D, (IX+d)	50	IN	D, (C)	56			LD	D, (IY+d)
5E			LD	E, (IX+d)	51	OUT	(C), D	5E			LD	E, (IY+d)
66			LD	H, (IX+d)	52	SBC	HL, DE	[illegible]6			LD	H, (IY+d)
6E			LD	L, (IX+d)	53	LD	(nn), DE	6E			LD	L, (IY+d)
70			LD	(IX+d), B	56	IM	1	70			LD	(IY+d), B
71			LD	(IX+d), C	57	LD	A, I	71			LD	(IY+d), C
72			LD	(IX+d), D	58	IN	E, (C)	72			LD	(IY+d), D
73			LD	(IX+d), E	59	OUT	(C), E	73			LD	(IY+d), E
74			LD	(IX+d), H	5A	ADC	HL, DE	74			LD	(IY+d), H
75			LD	(IX+d), L	5B	LD	DE, (nn)	75			LD	(IY+d), L
77			LD	(IX+d), A	5E	IM	2	77			LD	(IY+d), A
7E			LD	A, (IX+d)	5F	LD	A, R	7E			LD	A, (IY+d)
86			ADD	A, (IX+d)	60	IN	H, (C)	86			ADD	A, (IY+d)
8E			ADC	A, (IX+d)	61	OUT	(C), H	8E			ADC	A, (IY+d)
96			SUB	(IX+d)	62	SBC	HL, HL	96			SUB	(IY+d)
9E			SBC	A, (IX+d)	67	RRD		9E			SBC	A, (IY+d)
A6			AND	(IX+d)	68	IN	L, (C)	A6			AND	(IY+d)
AE			XOR	(IX+d)	69	OUT	(C), L	AE			XOR	(IY+d)
B6			OR	(IX+d)	6A	ADC	HL, HL	B6			OR	(IY+d)
BE			CP	(IX+d)	6F	RLD		BE			CP	(IY+d)
CB	d	06	RLC	(IX+d)	72	SBC	HL, SP	CB	d	06	RLC	(IY+d)
CB	d	0E	RRC	(IX+d)	73	LD	(nn), SP	CB	d	0E	RRC	(IY+d)
CB	d	16	RL	(IX+d)	78	IN	A, (C)	CB	d	16	RL	(IY+d)
CB	d	1E	RR	(IX+d)	79	OUT	(C), A	CB	d	1E	RR	(IY+d)
CB	d	26	SLA	(IX+d)	7A	ADC	HL, SP	CB	d	26	SLA	(IY+d)
CB	d	2E	SRA	(IX+d)	7B	LD	SP, (nn)	CB	d	2E	SRA	(IY+d)
CB	d	3E	SRL	(IX+d)	A0	LDI		CB	d	3E	SRL	(IY+d)
CB	d	46	BIT	0, (IX+d)	A1	CPI		CB	d	46	BIT	0, (IY+d)
CB	d	4E	BIT	1, (IX+d)	A2	INI		CB	d	4E	BIT	1, (IY+d)
CB	d	56	BIT	2, (IX+d)	A3	OUTI		CB	d	56	BIT	2, (IY+d)
CB	d	5E	BIT	3, (IX+d)	A8	LDD		CB	d	5E	BIT	3, (IY+d)
CB	d	66	BIT	4, (IX+d)	A9	CPD		CB	d	66	BIT	4, (IY+d)
CB	d	6E	BIT	5, (IX+d)	AA	IND		CB	d	6E	BIT	5, (IY+d)
CB	d	7[illegible]	BIT	6, (IX+d)	AB	OUTD		CB	d	76	BIT	6, (IY+d)
CB	d	7E	BIT	7, (IX+d)	B0	LDIR		CB	d	7E	BIT	7, (IY+d)
CB	d	86	RES	0, (IX+d)	B1	CPIR		CB	d	86	RES	0, (IY+d)
CB	d	8E	RES	1, (IX+d)	B2	INIR		CB	d	8E	RES	1, (IY+d)
CB	d	96	RES	2, (IX+d)	B3	OTIR		CB	d	96	RES	2, (IY+d)
CB	d	9E	RES	3, (IX+d)	B8	LDDR		CB	d	9E	RES	3, (IY+d)
CB	d	A6	RES	4, (IX+d)	B9	CPDR		CB	d	A6	RES	4, (IY+d)
CB	d	AE	RES	5, (IX+d)	BA	INDR		CB	d	AE	RES	5, (IY+d)
CB	d	B6	RES	6, (IX+d)	BB	OTDR		CB	d	B6	RES	6, (IY+d)
CB	d	BE	RES	7, (IX+d)				CB	d	BE	RES	7, (IY+d)
CB	d	C6	SET	0, (IX+d)				CB	d	C6	SET	0, (IY+d)
CB	d	CE	SET	1, (IX+d)				CB	d	CE	SET	1, (IY+d)
CB	d	D6	SET	2, (IX+d)				CB	d	D6	SET	2, (IY+d)
CB	d	DE	SET	3, (IX+d)				CB	d	DE	SET	3, (IY+d)
CB	d	E6	SET	4, (IX+d)				CB	d	E6	SET	4, (IY+d)
CB	d	EE	SET	5, (IX+d)				CB	d	EE	SET	5, (IY+d)
CB	d	F6	SET	6, (IX+d)				CB	d	F6	SET	6, (IY+d)
CB	d	FE	SET	7, (IX+d)				CB	d	FE	SET	7, (IY+d)
E1			POP	IX				E1			POP	IY
E3			EX	(SP), IX				E3			EX	(SP), IY
E5			PUSH	IX				E5			PUSH	IY
E9			JP	(IX)				E9			JP	(IY)
F9			LD	SP, IX				F9			LD	SP, IY

3．μCOM-82　ニーモニック←→機械語　対照表

8ビット・ロード

×（転送元）	I	R	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(BC)	(DE)	(IX+d)	(IY+d)	(nn)	n
LD A, ×	ED 57	ED 5F	7F	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	0A	1A	DD 7E d	FD 7E d	3A n n	3E n
LD B, ×			47	40	41	42	43	44	45	46			DD 46 d	FD 46 d		06 n
LD C, ×			4F	48	49	4A	4B	4C	4D	4E			DD 4E d	FD 4E d		0E n
LD D, ×			57	50	51	52	53	54	55	56			DD 56 d	FD 56 d		16 n
LD E, ×			5F	58	59	5A	5B	5C	5D	5E			DD 5E d	FD 5E d		1E n
LD H, ×			67	60	61	62	63	64	65	66			DD 66 d	FD 66 d		26 n
LD L, ×			6F	68	69	6A	6B	6C	6D	6E			DD 6E d	FD 6E d		2E n
LD (HL), ×			77	70	71	72	73	74	75							36 n
LD (BC), ×			02													
LD (DE), ×			12													
LD (IX+d), ×			DD 77 d	DD 70 d	DD 71 d	DD 72 d	DD 73 d	DD 74 d	DD 75 d							DD 36 d n
LD (IY+d), ×			FD 77 d	FD 70 d	FD 71 d	FD 72 d	FD 73 d	FD 74 d	FD 75 d							FD 36 d n
LD (nn), ×			32 n n													
LD I, ×			ED 47													
LD R, ×			ED 4F													

16ビット・ロード

×（転送元）	AF	BC	DE	HL	SP	IX	IY	nn	(nn)
LD AF, ×									
LD BC, ×								01 n n	ED 4B n n
LD DE, ×								11 n n	ED 5B n n
LD HL, ×								21 n n	2A n n
LD SP, ×				F9		DD F9	FD F9	31 n n	ED 7B n n
LD IX, ×								DD 21 n n	DD 2A n n
LD IY, ×								FD 21 n n	FD 2A n n
LD (nn), ×		ED 43 n n	ED 53 n n	22 n n	ED 73 n n	DD 22 n n	FD 22 n n		
PUSH ×	F5	C5	D5	E5		DD E5	FD E5		
POP ×	F1	C1	D1	E1		DD E1	FD E1		

ブロック転送

ニーモニック	機械語
LDI	ED A0
LDIR	ED B0
LDD	ED A8
LDDR	ED B8

ブロック・サーチ

ニーモニック	機械語
CPI	ED A1
CPIR	ED B1
CPD	ED A9
CPDR	ED B9

8ビット[illegible]演算

×	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(IX+d)	(IY+d)	n
ADD A, ×	87	80	81	82	83	84	85	86	DD 86 d	FD 86 d	C6 n
ADC A, ×	8F	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	DD 8E d	FD 8E d	CE n
SUB ×	97	90	91	92	93	94	95	96	DD 96 d	FD 96 d	D6 n
SBC A, ×	9F	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	DD 9E d	FD 9E d	DE n
AND ×	A7	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	DD A6 d	FD A6 d	E6 n
XOR ×	AF	A8	A9	AA	AB	AC	AD	AE	DD AE d	FD AE d	EE n
OR ×	B7	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	DD B6 d	FD B6 d	F6 n
CP ×	BF	B8	B9	BA	BB	BC	BD	BE	DD BE d	FD BE d	FE n
INC ×	3C	04	0C	14	1C	24	2C	34	DD 34 d	FD 34 d	
DEC ×	3D	05	0D	15	1D	25	2D	35	DD 35 d	FD 35 d	

CPUコントロール

NOP	00
HALT	76
DI	F3
EI	FB
IM 0	ED 46
IM 1	ED 56
IM 2	ED 5E

16ビット算術[illegible]

×	BC	DE	HL	SP	IX	IY
ADD HL, ×	09	19	29	39		
ADD IX, ×	DD 09	DD 19		DD 39	DD 29	
ADD IY, ×	FD 09	FD 19		FD 39		FD 29
ADC HL, ×	ED 4A	ED 5A	ED 6A	ED 7A		
SBC HL, ×	ED 42	ED 52	ED 62	ED 72		
INC ×	03	13	23	33	DD 23	FD 23
DEC ×	0B	1B	2B	3B	DD 2B	FD 2B

エクスチェンジ

EX AF, AF'	08
EX DE, HL	EB
EX (SP), HL	E3
EX (SP), IX	DD E3
EX (SP), IY	FD E3
EXX	D9

アキュムレータ[illegible]作

DAA	27
CPL	2F
NEG	ED 44
CCF	3F
SCF	37

ローテート，シフト

×	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(IX +d)	(IY +d)
RLC ×	CB 07	CB 00	CB 01	CB 02	CB 03	CB 04	CB 05	CB 06	DD C■ d 06	FD CB d 06
RRC ×	CB 0F	CB 08	CB 09	CB 0A	CB 0B	CB 0C	CB 0D	CB 0E	DD CB d 0E	FD CB d 0E
RL ×	CB 17	CB 10	CB 11	CB 12	CB 13	CB 14	CB 15	CB 16	DD CB d 16	FD CB d 16
RR ×	CB 1F	CB 18	CB 19	CB 1A	CB 1B	CB 1C	CB 1D	CB 1E	DD CB d 1E	FD CB d 1E
SLA ×	CB 27	CB 20	CB 21	CB 22	CB 23	CB 24	CB 25	CB 26	DD CB d 26	FD CB d 26
SRA ×	CB 2F	CB 28	CB 29	CB 2A	CB 2B	CB 2C	CB 2D	CB 2E	DD CB d 2E	FD CB d 2E
SRL ×	CB 3F	CB 38	CB 39	CB 3A	CB 3B	CB 3C	CB 3D	CB 3E	DD CB d 3E	FD CB d 3E
RLD								ED 6F		
RRD								ED 67		

	A
RLCA	07
RRCA	0F
RLA	17
RRA	1F

ジャンプ，コール，リターン

×	UN COND	C	NC	Z	NZ	PE	PO	M	P	
JP ×, nn	C3 n n	DA n n	D2 n n	CA n n	C2 n n	EA n n	E2 n n	FA n n	F2 n n	
JR ×, e	18 e−2	38 e−2	30 e−2	28 e−2	20 e−2					
JP (HL)	E9									
JP (IX)	DD E9									
JP (IY)	FD E9									
CALL ×, nn	CD n n	DC n n	D4 n n	CC n n	C4 n n	EC n n	E4 n n	FC n n	F4 n n	
DJNZ e										10 e−2
RET ×	C9	D8	D0	C8	C0	E8	E0	F8	F0	
RETI	ED 4D									
RETN	ED 45									

リスタート

RST 00H	C7
RST 08H	CF
RST 10H	D7
RST 18H	DF
RST 20H	E7
RST 28H	EF
RST 30H	F7
RST 38H	FF

ビット操作

╲ ×	A	B	C	D	E	H	L	(HL)	(IX+d)	(IY+d)
BIT 0, ×	CB 47	CB 40	CB 41	CB 42	CB 43	CB 44	CB 45	CB 46	DD CB d 46	FD CB d 46
BIT 1, ×	CB 4F	CB 48	CB 49	CB 4A	CB 4B	CB 4C	CB 4D	CB 4E	DD CB d 4E	FD CB [illegible] 4E
BIT 2, ×	CB 57	CB 50	CB 51	CB 52	CB 53	CB 54	CB 55	CB 56	DD CB d 56	FD CB d 56
BIT 3, ×	CB 5F	CB 58	CB 59	CB 5A	CB 5B	CB 5C	CB 5D	CB 5E	DD CB [illegible] 5E	FD CB d 5E
BIT 4, ×	CB 67	CB 60	CB 61	CB 62	CB 63	CB 64	CB 65	CB 66	DD CB d 66	FD CB d 66
BIT 5, ×	CB 6F	CB 68	CB 69	CB 6A	CB 6B	CB 6C	CB 6D	CB 6E	DD CB d 6E	FD CB d 6E
BIT 6, ×	CB 77	CB 70	CB 71	CB 72	CB 73	CB 74	CB 75	CB 76	DD CB d 76	FD CB d 76
BIT 7, ×	CB 7F	CB 78	CB 79	CB 7A	CB 7B	CB 7C	CB 7D	CB 7E	DD CB d 7E	FD CB d 7E
RES 0, ×	CB 87	CB 80	CB 81	CB 82	CB 83	CB 84	CB 85	CB 86	DD CB d [illegible]6	FD CB d 86
RES 1, ×	CB 8F	CB 88	CB 89	CB 8A	CB 8B	CB 8C	CB 8D	CB 8E	DD CB d 8E	FD CB d 8E
RES 2, ×	CB 97	CB 90	CB 91	CB 92	CB 93	CB 94	CB 95	CB 96	DD CB d 96	FD CB d 96
RES 3, ×	CB 9F	CB 98	CB 99	CB 9A	CB 9B	CB 9C	CB 9D	CB 9E	DD CB d 9E	FD CB d 9E
RES 4, ×	CB A7	CB A0	CB A1	CB A2	CB A3	CB A4	CB A5	CB A6	DD CB d A6	FD CB d A6
RES 5, ×	CB AF	CB A8	CB A9	CB AA	CB AB	CB AC	CB AD	CB AE	DD CB d AE	FD CB d AE
RES 6, ×	CB B7	CB B0	CB B1	CB B2	CB B3	CB B4	CB B5	CB B6	DD CB d B6	FD CB d B6
RES 7, ×	CB BF	CB B8	CB B9	CB BA	CB BB	CB BC	CB BD	CB BE	DD CB d BE	FD CB d BE
SET 0, ×	CB C7	CB C0	CB C1	CB C2	CB C3	CB C4	CB C5	CB C6	DD C[illegible] d C6	FD CB d C6
SET 1, ×	CB CF	CB C8	C[illegible] C9	CB CA	CB CB	CB CC	CB CD	CB CE	DD CB d CE	FD CB d CE
SET 2, ×	CB D7	CB D0	CB [illegible]1	CB D2	CB D3	CB D4	CB D5	CB D6	DD CB d D6	FD CB d D6
SET 3, ×	CB DF	CB D8	CB D9	CB DA	CB DB	CB DC	CB DD	CB DE	DD CB d DE	FD CB d DE
SET 4, ×	CB E7	CB E0	CB E1	CB E2	CB E3	CB E4	CB E5	CB E6	DD CB d E6	[illegible]D CB d E6
SET 5, ×	CB EF	CB E8	CB E9	CB EA	CB EB	CB EC	CB ED	CB EE	DD CB d EE	FD CB d EE
SET 6, ×	CB F7	CB F0	CB F1	CB F2	CB F3	CB F4	CB F5	CB F6	DD CB d F6	FD C[illegible] d F6
SET 7, ×	CB FF	CB F8	C[illegible] F9	CB FA	CB FB	CB FC	CB FD	CB FE	DD CB d FE	FD CB d FE

入　力

IN A, n	DB n
IN A, (C)	ED 78
IN B, (C)	ED 40
IN C, (C)	ED 48
IN D, (C)	ED 50
IN E, (C)	ED 58
IN H, (C)	ED 60
IN L, (C)	ED 68
INI	ED A2
INIR	ED B2
IND	ED AA
INDR	ED BA

出　力

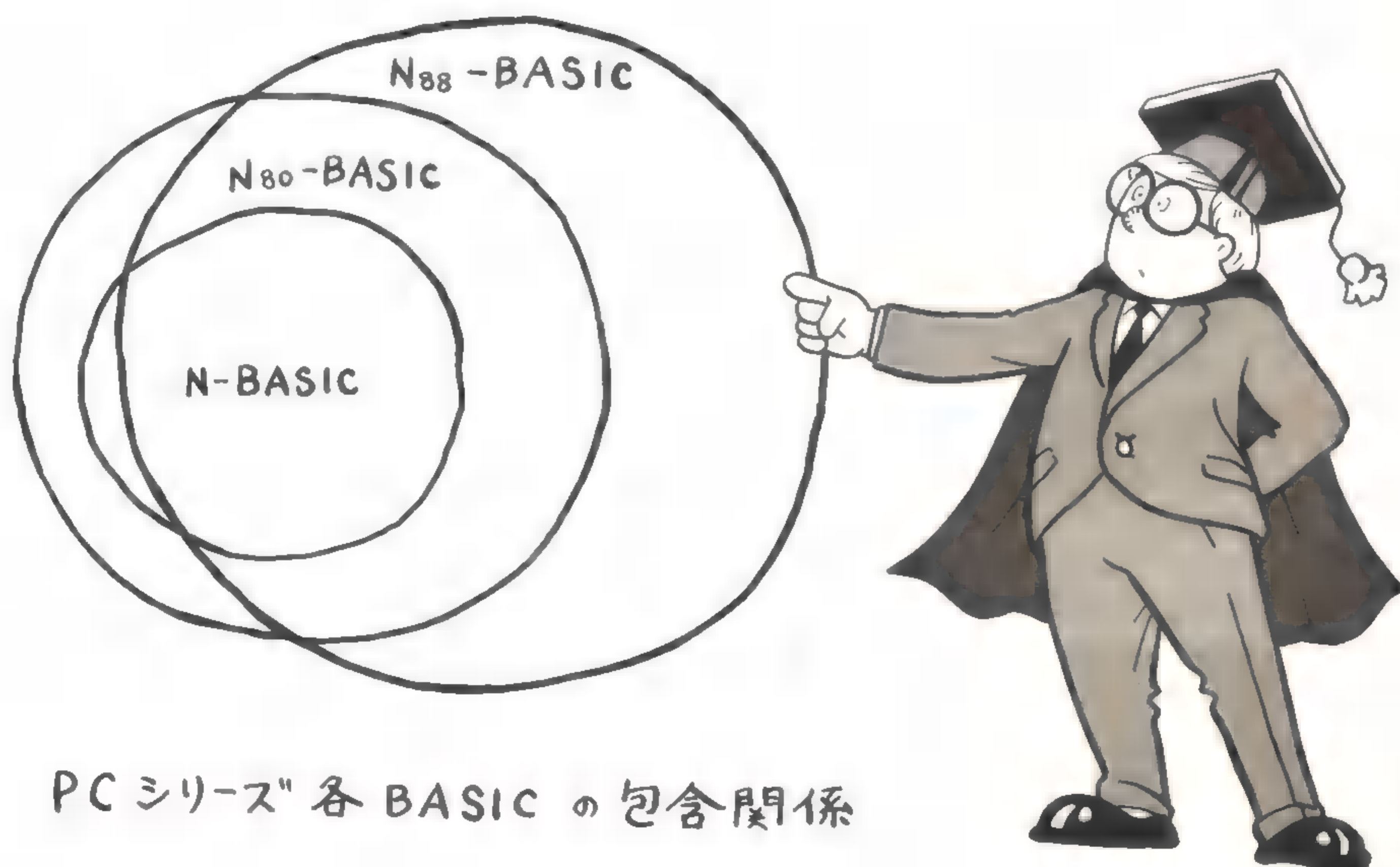
OUT n, A	D3 n
OUT (C), A	ED 79
OUT (C), B	ED 41
OUT (C), C	ED 49
OUT (C), D	ED 51
OUT (C), E	ED 59
OUT (C), H	ED 61
OUT (C), L	ED 69
OUTI	ED A3
OTIR	ED B3
OUTD	ED AB
OTDR	ED BB

付録B N-BASIC中間言語&処理アドレス一覧表

命　　令	中間言語	処理アドレス
AND	F8H	
ABS	FFH+86H	2671H
ATN	FFH+8EH	3372H
ASC	FFH+95H	5498H
AUTO	A9H	46CFH
ATTR$	E7H	
BCD$	FFH+9EH	F120H
BEEP	B2H	0D41H
CONSOLE	9FH	0884H
CLOSE	CAH	F135H
CONT	99H	4383H
CLEAR	92H	44E8H
CLOAD	9BH	1F10H
CSAVE	9AH	1EC0H
CSRLIN	E6H	
CINT	FFH+9FH	277FH
CSNG	FFH+A0H	27B3H
CDBL	FFH+A1H	27DFH
CVI	FFH+A3H	F0E1H
CVS	FFH+A4H	F0E4H
CVD	FFH+A5H	F0E7H
COS	FFH+8CH	32F6H
CHR$	FFH+96H	54A8H
CMD	B8H	F0FCH
COLOR	B5H	0951H
DATA	84H	45BEH
DIM	86H	4E37H
DEFSTR	ABH	445BH
DEFINT	ACH	445EH
DEFSNG	ADH	4461H
DEFDBL	AEH	4464H
DSKO$	C2H	F12CH
DEF	97H	50CCH
DELETE	A8H	58D9H
DSKI$	E8H	
DSKF	FFH+A6H	F159H
DEC	FFH+9DH	F123H
DATE$	EBH	
END	81H	432FH
ELSE	A1H	45C0H
ERASE	A5H	43DFH
ERROR	A6H	46C4H
ERL	DFH	
ERR	E0H	
EXP	FFH+8BH	31F3H
EOF	FFH+A7H	1875H
EQV	FBH	
FORMAT	B3H	F12FH
FOR	82H	4159H
FIELD	C6H	F102H
FILES	CDH	F14DH
FN	DCH	
FRE	FFH+8FH	5051H
FIX	FFH+A2H	282CH
FPOS	FFH+AAH	F168H
GOTO	89H	456DH
GO TO	89H	456DH
GOSUB	8DH	4555H
GET	C7H	1886H
HEX$	FFH+9AH	5275H
INPUT	85H	48DAH
IF	8BH	4702H
INSTR	E3H	
INT	FFH+85H	283FH
INP	FFH+90H	56A1H
IMP	FCH	
INIT	D4H	2262H
INKEY$	E9H	
ISET	BDH	F105H
IRESET	BEH	F108H
IEEE	FFH+ECH	
KILL	CFH	F141H
KEY	B4H	1343H
LET	88H	45DEH
LOCATE	D5H	0792H
LINE	AFH	4877H
LOAD	CBH	F138H
LSET	D0H	F144H
LPRINT	9DH	473AH
LLIST	9EH	5707H
LPOS	FFH+9BH	5074H
LISTEN	C1H	F10EH
LIST	93H	570CH
LFILES	D3H	F126H
LOG	FFH+8AH	2503H
LOC	FFH+A8H	F0EDH
LEN	FFH+92H	548CH
LEFT$	FFH+81H	54F9H

命令	中間言語	処理アドレス
LOF	FFH+A9H	F0F0H
MOUNT	C4H	F153H
MERGE	CCH	F13BH
MOD	FDH	
MKI$	FFH+ABH	F0F3H
MKS$	FFH+ACH	F0F6H
MKD$	FFH+ADH	F0F9H
MID$	FFH+83H	5532H
MOTOR	B9H	0DA1H
MON	B7H	0D5DH
MAT	C0H	F111H
NEXT	83H	4A08H
NAME	CEH	F13EH
NEW	94H	3DE0H
NOT	DEH	
OUT	9CH	56ADH
ON	95H	4642H
OPEN	C5H	F0FFH
OR	F9H	
OCT$	FFH+99H	5270H
PUT	C8H	1891H
POKE	98H	5918H
PRINT	91H	4742H
POS	FFH+91H	5079H
PEEK	FFH+97H	5911H
PORT	FFH+9CH	20F9H
POLL	BAH	F114H
PSET	B1H	06B8H
PRESET	B0H	0705H
ROINT	EFH	
READ	87H	4939H
RUN	8AH	453DH
RESTORE	8CH	4302H
RETURN	8EH	45A3H
REMOVE	C3H	F150H
REM	8FH	45C0H
RESUME	A7H	468CH
RSET	D1H	F147H
RIGHT$	FFH+82H	5529H
RND	FFH+88H	3283H
RENUM	AAH	5AEDH
RBYTE	BBH	F11AH
STOP	90H	432AH
SWAP	A4H	439CH
SET	C9H	F156H
SAVE	D2H	F14AH
SPC(	DDH	
STEP	DAH	
SGN	FFH+84H	2686H
SQR	FFH+87H	31A1H
SIN	FFH+89H	32FCH
STR$	FFH+93H	527AH
STRING$	E1H	
SPACE$	FFH+98H	54DFH
STATUS	EEH	
SRQ	EDH	
TRON	A2H	4396H
TROFF	A3H	4397H
TAB(	D9H	
TO	D7H	
THEN	D8H	
TAN	FFH+8DH	335DH
TERM	B6H	0DB8H
TALK	BFH	F10BH
TIME$	EAH	
USING	E2H	
USR	DBH	
VAL	FFH+94H	5553H
VARPTR	E5H	
WIDTH	A0H	0843H
WAIT	96H	56B3H
WBYTE	BCH	F117H
XOR	FAH	
+	F3H	
−	F4H	
*	F5H	
/	F6H	
^	F7H	
¥	FEH	
'	E4H	
>	F0H	
=	F1H	
<	F2H	

付録C N-BASIC内蔵モニタ処理アドレス一覧表

モニタ・コマンド		アドレス
S	(SET MEMORY)	5C99H
D	(DUMP MEMORY)	5D16H
G	(GO)	5D68H
L	(LOAD TAPE)	5DAEH
LV	(VERIFY TAPE)	5DAEH
W	(WRITE TAPE)	5D74H
TM	(TEST MEMORY)	5DE6H
CTRL+L	(CLEAR SCREEN)	5C3CH
CTRL+M	(CARRIAGE RETURN)	5C66H
CTRL+J	(LINE FEED)	5C66H
SPACE	(SPACE)	5C66H
CTRL+B	(BACK TO BASIC)	5C93H
ESC	(ESCAPE)	5C66H

PCシリーズ各BASICの包含関係

付録D　N-BASICシステム・サブルーチン一覧表Ⅰ

アドレス	機能	レジスタ	解説
0000H	コールド・スタート	AFBCD EHL	STOPキーの入力中であれば006AH番地のホット・スタートにジャンプし、STOPキーの入力中でなければ1757H番地にジャンプすることによりシステムのイニシャライズを行います。 システムのイニシャライズ時には，BASICのテキストを消去しますが，006AH番地のホット・スタートではBASICのテキストを保証します。
002BH	プリンタへの1バイト出力	―――――― ―――	0D60H番地へのジャンプを行い，Aレジスタに格納されたデータ1バイトをプリンタへ出力します。
0035H	CRTへの1バイト出力	―――――― ―――	0257H番地へのジャンプを行い，Aレジスタに格納されたデータ1バイトを，CRTスクリーン上の現カーソル位置に出力します。 データが20H以上の場合には通常のキャラクタとしてスクリーン上に表示しますが，20H未満のコントロール・コードであればCRTスクリーンのクリアやカーソルの移動等，コントロール・コードとしての動作を行います。
006AH	ホット・スタート	AFBCD EHL	CRTスクリーン，タイマ等インターフェース関係のイニシャライズを実行後，インタプリタの制御下に入ります。 ただし，BASICのテキストは保証します。
0081H	BASICのコマンド待ち	AFBCD EHL	インターフェース関係のイニシャライズ等を全く行わずに，現在のカーソル・ポジションからプロンプト・メッセージ“Ok”を表示後，BASICのスクリーン・エディット・モードに入ります。 ただし，BASICのテキストは保証します。 0081H番地からF1B0H番地へのフックが用意されています。

アドレス	機能	レジスタ	解説
0257H	CRTへの1バイト出力	―――――― ―――	Aレジスタに格納されたデータ1バイトを，CRTスクリーン上の現カーソル位置に出力します。 データが20H以上の場合には通常のキャラクタとしてスクリーン上に表示しますが，20H未満のコントロール・コードであればCRTスクリーンのクリアやカーソルの移動等，コントロール・コードとしての動作を行います。
08F7H	テキスト・スクリーンのモード設定	AFBCD E――	以下に示す各レジスタに与える入力パラメータにより，CRTのテキスト・スクリーンに関するモード設定を行います。 ●Bレジスタ……ファンクション・キー表示を行う場合にはFFHを，ファンクション・キー表示を行わない場合には00Hを与えます。 ●Cレジスタ……カラー・モードの場合にはFFHを，白黒モードの場合には00Hを与えます。
093AH	テキスト・スクリーン表示文字数の設定	AFBCD E――	テキスト・スクリーンに表示する最大の文字数を，Bレジスタに格納された桁数およびCレジスタに格納された行数に設定します。 通常の場合，桁数としては80／72／40／36を指定し，行数としては25／20を指定しますが，BASICでは“Illegal function call”エラーが発生するような組み合わせ，たとえば10桁×10行等も指定することができます。
0D43H	一定時間の内蔵ブザー鳴動	A―――― ―――	BASICのBEEPと同様に一定時間（約0.5秒間）内蔵ブザーを鳴動させてもどります。 すでに内蔵ブザーが鳴動中であった場合には，一定時間（約0.5秒間）内蔵ブザーの鳴動を止めてもどります。

アドレス	機能	レジスタ	解　説
0F75H	キーボードからの1バイト入力待ち	AF―――――	キーボードからの入力が認められるまで待ち，入力があった場合には，入力されたコードをAレジスタに格納してもどります。ただし，CRTスクリーンへのエコー・バックは行いません。 キーボードからの入力がなければ入力があるまで待ち続けます。
1B7EH	スクリーン・エディタ	AFBCDEHL	キーボードから，スクリーン・エディット方式によって1ラインのデータを入力しBASICのインプット・バッファ（EC96H～ED95H番地）に格納してもどります。ただし，入力データは254バイトまでが有効で，254バイトを超えて入力した場合には，先頭からの254バイトが入力データと見なされます。 データの入力は，RETURNキー（CTRL+M）またはSTOPキー（CTRL+C）の入力によって終了しますが，前者の場合にはキャリー・フラグ（CY）を0にリセットし，後者の入力によってスクリーン・エディットを中断した場合にはキャリー・フラグ（CY）を1にセットしてもどります。 このサブルーチンからのリターン時には，HLレジスタ対にEC95H（インプット・バッファの開始アドレス－1）が，Aレジスタには最後に入力されたキャラクタのキャラクタ・コード（03Hまたは0DH）が与えられます。
1B8AH	ライン・エディタ	AFBCDEHL	キーボードから，ライン・エディット方式によって1ラインのデータを入力し，BASICのインプット・バッファ(EC96H～ED95H番地)に格納してもどります。ただし，入力データは254バイトまでが有効で，254バイトを超えて入力した場合には，先頭の254バイトが入力データと見なされます。 データの入力は，RETURNキー（CTRL+M）またはSTOPキー（CTRL+C）の入力によって終了しますが，前者の場合にはキャリー・フラグ（CY）を0にリセットし，後者の入力によってスクリーン・エディットを中断した場合にはキャリー・フラグ（CY）を1にセットしてもどります。 このサブルーチンからのリターン時には，HLレジスタ対にEC95H（インプット・バッファの開始アドレス―1）が，Aレジスタには最後に入力されたキャラクタのキャラクタ・コード（03Hまたは0DH）が与えられます。
4095H	レジスタ・ペアの比較	AF―――――	HLレジスタ対に格納された16ビットの無符号整数と，DEレジスタ対に格納された16ビットの無符号整数を比較し，結果をゼロ・フラグ（Z）およびキャリー・フラグ（CY）にセットしてもどります。 それぞれのフラグは，HLレジスタ対とDEレジスタ対のデータが等しい場合にはゼロ・フラグ（Z）を1にセットし，前者の方が小さい場合にはキャリー・フラグ（CY）を1にセットします。
52EDH	文字列の出力	AFBCDEHL	HLレジスタ対で指定するアドレスから00H（エンド・マーク）が格納されているアドレスまでに置かれた255バイト以内のデータを，EB49H番地の出力フラグによって指定する出力デバイスへ出力します。 EB49H番地に格納されている出力フラグの内容が，00Hの場合にはCRTスクリーンへの出力，01H～7FHの場合にはプリンタへの出力，80H～FFHの場合にはCMTへの出力となります

アドレス	機能	レジスタ	解説
			が，通常はEB49H番地に00Hを与えてCRTテキスト・スクリーンへのメッセージ表示サブルーチンとして使用します。
5C66H	マシン語モニタのホット・スタート	AFBCDEHL	スタック・ポインタ（SP）の値を再設定後，マシン語モニタのプロンプト・マーク"*"を表示して，キーボードからのコマンド入力待ちに制御を移します。
5E39H	16進コード・チェック	-F------	Aレジスタに格納されたキャラクタ・コードが16進関係でない場合にはキャリー・フラグ(CY)を1にセットし，16進関係の場合にはキャリー・フラグ(CY)を0にリセットしてもどります。 キャラクタ・コードの30H～39Hおよび41H～46Hが16進関係のコードと見なされます。
5E4BH	16進コードからバイナリ形式への変換	AF----HL	Aレジスタに格納された16進のキャラクタ・コードをバイナリ・コードに変換し，レジスタHLの内容を16倍（4ビット左方向にシフト）した値に加えてもどります。 このシステム・サブルーチンは，通常2～4回連続して呼び出すことによって2～4桁の16進バイナリ・コードをHLレジスタ対に生成することができます。
5EC0H	16進4桁表示	A-------	HLレジスタ対に格納されたデータを4桁の16進数として，CRTテキスト・スクリーン上の現カーソル位置に表示します。
5ED3H	レジスタ・ペアの比較	AF------	HLレジスタ対に格納された16ビットの無符号整数と，DEレジスタ対に格納された16ビットの無符号整数を比較し，結果をゼロ・フラグ(Z)およびキャリー・フラグ（CY）にセットしてもどります。 それぞれのフラグは，HLレジスタ対とDEレジスタ対のデータが等しい場合にはゼロ・フラグ（Z）を1にセットし，前者の方が小さい場合にはキャリー・フラグ（CY）1にセットします。
5FB9H	1文字入力および英大文字への変換	AF------	キーボードからの入力が認められるまで待ち，入力があった場合には，入力されたコードをAレジスタに格納後，コードが英小文字（61H～7AH）のものであれば英大文字（41H～5AH）に変換してもどります。 キーボードからの入力がなければ入力があるまで待ち続けます。 エコーバック等は行われず，またSTOPキー（CTRL+C）の押下でマシン語モニタの制御下(5C66H番地)に入ります。
5FC1H	英小文字から英大文字への変換	AF------	Aレジスタに格納されたデータが英小文字のキャラクタ・コード（61H～7AH）であれば，第5ビットをマスクして英大文字（41H～5AH）に変換します。
5FCAH	CRコードおよびLFコードの表示	A-------	CRTテキスト・スクリーン上の現カーソル位置に，キャリッジ・リターン・コード(CRコード＝0DH）およびライン・フィード・コード（LFコード＝0AH）を出力します。 上記の出力によってカーソルは次行の先頭まで移動し，もしカーソルがスクロール範囲の最下行にあればスクロール・アップを行います。
5FD4H	スペース(空白)の表示		CRTテキスト・スクリーン上の現カーソル位置に，スペース・コード（空白コード＝20H）を出力します。

付録E　N-BASICシステム・サブルーチン一覧表II

アドレス	機　　能
0000H	コールド・スタート
0008H	ホット・スタート
0013H	ホット・スタート
0018H	デバイスへの1バイト出力
002BH	プリンタへの1バイト出力
0035H	CRTへの1バイト出力
006AH	ホット・スタート
0081H	BASICのコマンド待ち
0099H	PC－8031との1セクタ入出力
00CBH	拡張システム・チェック
0257H	CRTへの1バイト出力
02D7H	カーソル移動とCRTへの1バイト出力
0350H	ベルコードの出力
03A9H	カーソルの移動
03D9H	VRTCのチェック
03F3H	キャラクタ座標からVRAMアドレスへ変換
0401H	論理座標から絶対座標への変換
0451H	スクリーンの1ライン・クリア
045AH	スクリーンのクリア
047AH	ライン数からVRAMのバイト数を計算
0487H	スクリーン・クリア・バッファの設定
04F8H	アトリビュートのコントロール
0664H	ライン番号からVRAMアドレスへの変換
06E6H	アトリビュートのコントロール
07C9H	ファンクション・キー表示の開始
08F7H	スクリーンのモード設定
093AH	スクリーン表示文字数の設定
09A3H	スクリーン表示桁数の設定
09D7H	スクリーン表示行数の設定
09F6H	CRTの25行モード用イニシャライズ
0A5EH	CRTの20行モード用イニシャライズ
0A73H	ファンクション・キー・リスト
0B18H	ブート・ストラップ・ローダ
0B2EH	スクリーン最下段の消去
0B92H	グラフィック座標からキャラクタ座標への変換
0BD2H	カーソル表示の停止
0BE2H	カーソル表示の開始
0BF3H	CMTからの入力イニシャライズ
0C2EH	CMTインターフェースのクローズ
0C46H	CMTへの出力イニシャライズ
0C88H	CMTからの1バイト入力
0CB3H	アスタリスクのフラッシング
0CDAH	CMTへの1バイト出力
0CF1H	STOPキー・チェック
0D14H	μPD8251ソフトウエア・リセット
0D43H	一定時間の内蔵ブザー鳴動
0D4BH	内蔵ブザーのコントロール
0D60H	プリンタへの1バイト出力
0DA3H	内蔵リレーの反転
0DAEH	内蔵リレーのコントロール
0F75H	キーボードからの1バイト入力待ち
0F7BH	キーボードからの1バイト入力
0FACH	リアルタイム・キー・スキャニング
124AH	スクリーン・コピー
1602H	タイマからのデータ読出し
1663H	タイマへのデータ書込み
17E9H	BASICプログラム格納アドレス設定
1875H	“Disk BASIC Feature” エラー
1B7EH	スクリーン・エディタ
1B8AH	ライン・エディタ
1F8BH	BASICテキストの終了アドレス設定
240FH	単精度型実数の減算
2412H	単精度型実数の加算
2503H	自然対数の計算
2541H	単精度型実数の乗算
259CH	単精度型実数の除算
267EH	絶対値の計算
2676H	実数の符号反転
2689H	符号の調査
2689H	8ビット整数の格納
26AFH	単精度型実数の移動1 (メモリからFACCへ)
26B2H	単精度型実数の移動2 (EDCBレジスタからFACCへ)
26BDH	単精度型実数の移動3 (FACCからEDCBレジスタへ)
26C0H	単精度型実数の移動4 (メモリからEDCBレジスタへ)
26C9H	単精度型実数の移動5 (FACCからメモリへ)
26D5H	256バイト以内のブロック転送
270CH	単精度型実数の比較
2739H	整数の比較
2778H	倍精度型実数の比較
277FH	整数型への変換
278CH	単精度実数型から整数型への変換
279CH	整数の格納
27A1H	FACCの型指定

アドレス	機　能
２７Ｂ３Ｈ	単精度実数型への変換
２７ＢＤＨ	倍精度実数型から単精度実数型への変換
２７Ｄ０Ｈ	整数型から単精度実数型への変換
２７ＤＦＨ	倍精度実数型への変換
２７Ｅ９Ｈ	単精度実数型から倍精度実数型への変換
２７Ｆ２Ｈ	ＦＡＣＣの倍精度実数型指定
２７Ｆ５Ｈ	ＦＡＣＣの単精度実数型指定
２８２ＣＨ	整数部の計算
２８３ＦＨ	小数点以下を切り捨てた整数値の計算
２８Ｄ２Ｈ	整数の減算
２８ＤＤＨ	整数の加算
２８ＦＤＨ	整数の乗算
２９５０Ｈ	整数の除算１
２９９ＤＨ	整数の符号反転１
２９Ａ０Ｈ	整数の符号反転２
２９Ｂ２Ｈ	整数の剰余演算
２９Ｃ３Ｈ	倍精度型実数の減算
２９ＣＡＨ	倍精度型実数の加算
２ＡＦ４Ｈ	倍精度型実数の乗算
２Ｂ３７Ｈ	倍精度型実数の除算
２ＢＢ７Ｈ	文字列から倍精度実数型データへの変換
２ＢＢＥＨ	文字列から数値データへの変換
２Ｄ０ＢＨ	" in " と行番号の出力
２Ｄ１３Ｈ	行番号の出力
２Ｄ２２Ｈ	数値データから文字列への変換
２Ｄ２３Ｈ	数値から有フォーマット文字列への変換
３Ｄ９ＦＨ	無符号整数データから文字列への変換
３１Ａ１Ｈ	平方根の計算
３１Ｆ３Ｈ	ｅに対する指数関数の計算
３２８３Ｈ	乱数の発生
３２Ｆ６Ｈ	余弦（コサイン）の計算
３２Ｃ６Ｈ	正弦（サイン）の計算
３３５ＤＨ	正接値（タンジェント）の計算
３３７２Ｈ	逆正接（アーク・タンジェント）の計算
３ＢＦ９Ｈ	エラー出力
３Ｄ７６Ｈ	ＢＡＳＩＣテキストのリンク１
３Ｄ７９Ｈ	ＢＡＳＩＣテキストのリンク２
３Ｄ７ＡＨ	ＢＡＳＩＣテキストのリンク３
３ＤＣ１Ｈ	ＢＡＳＩＣの行番号サーチ
３Ｅ５ＣＨ	インプット
４０９５Ｈ	レジスタ対の比較
４０Ａ６Ｈ	デバイスへの１バイト出力
４ＤＥＡＨ	整数の除算２
４ＣＣＢＨ	英小文字から英大文字への変換１

アドレス	機　能
４ＣＣＣＨ	英小文字から英大文字への変換２
４ＣＥ９Ｈ	１６進文字列から数値データへの変換
５２ＥＣＨ	文字列の出力１
５２ＥＤＨ	文字列の出力２
５Ｃ２ＣＨ	マシン語モニタ
５Ｃ５ＥＨ	マシン語モニタのエラー出力
５Ｃ６６Ｈ	マシン語モニタのホット・スタート
５ＤＦ２Ｈ	テスト・メモリ
５Ｅ２１Ｈ	１６進４桁入力
５Ｅ３９Ｈ	１６進コード・チェック
５Ｅ４ＢＨ	１６進コードからバイナリ形式への変換
５Ｅ５ＡＨ	アドレス・カウンタのインクリメント
５Ｅ８３Ｈ	１６進数から１６進コードへの変換
５Ｅ９６Ｈ	４ビット１６進コードへの変換
５ＥＡ０Ｈ	１６進コードから１６進数への変換
５ＥＢ１Ｈ	４ビット１６進数への変換
５ＥＢＤＨ	１６進２桁表示１
５ＥＣ０Ｈ	１６進４桁表示
５ＥＣ５Ｈ	１６進２桁表示２
５ＥＤ３Ｈ	レジスタ対の比較
５ＥＥＤＨ	ＣＭＴへのデータ・ブロック出力
５Ｆ２ＦＨ	ＣＭＴへの１バイト出力
５Ｆ６ＡＨ	ＣＭＴからのデータ・ブロック入力
５Ｆ９ＥＨ	ＣＭＴからの１バイト入力
５ＦＡＤＨ	カーソル表示と英大文字入力
５ＦＢ０Ｈ	カーソル表示と１文字表示
５ＦＢ９Ｈ	キーボードからの英大文字入力
５ＦＣ１Ｈ	英小文字から英大文字への変換
５ＦＣＡＨ	ＣＲコードおよびＬＦコードの表示
５ＦＤ４Ｈ	スペース・コードの表示
５ＦＦ２Ｈ	ＶＲＴＣチェック

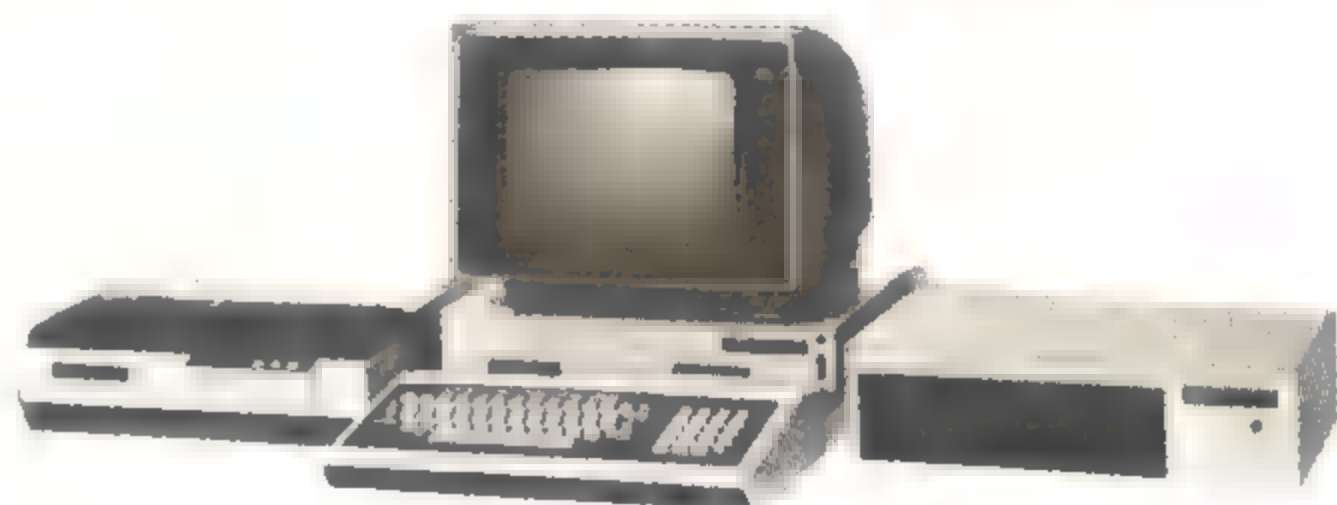
付録F　N-BASICシステム・ワークエリア一覧表

アドレス	内　　容
EA00H	EA01H番地にアドレスを格納して出力ポートにAレジスタのデータを出力するサブルーチン。"OUT"で使用
EA03H	EA04H番地，EA08H番地，EA0CH番地，EA0FH番地に数値を代入してから用いる単精度型減算サブルーチン
EA11H	乱数用。乱数＝F（直前の乱数×X＋Y）のFに関する値
EA12H	乱数用。下位2ビットで3種類のYを選択
EA13H	乱数用。下位3ビットで8種類のXを選択
EA14H	乱数用。単精度実数型の乱数用定数8種類
EA34H	乱数用。直前に発生した値
EA38H	EA39H番地にアドレスを格納して入力ポートからAレジスタにデータを入力するサブルーチン。"IN"で使用
EA3BH	"USR0"～"USR9"に対応するコール先アドレスのテーブル。初期値では"Illegal function call"エラーを発生する44A5H番地を指定
EA4FH	未使用
EA50H	フリー・エリアの後端アドレス。初期値はE9FFH
EA52H	中間言語81H～D5Hに対応するテーブルの先頭アドレス。通常は33BDH
EA54H	RS－232C用。00Hのとき"Communications Buffer Overflow"エラーの発生
EA55H	インタラプト・レベル。インタラプトがなければFFH
EA56H	インタラプト発生フラグ。通常は00H
EA57H	00H以外のとき現カーソル行を消去
EA58H	ターミナル・モード・フラグ 第7ビット…ターミナル・モードの有無 第6ビット…CRとCRLFの区別 第5ビット…偶数パリティと奇数パリティの区別 第4ビット…パリティの有無 第3ビット…半二重と全二重の区別 第2ビット…ASCIIコードとJISコードの区別 第1ビット…コントロール・コード表示有無 第0ビット…エコー・バックの有無
EA59H	カーソル状態フラグ。00Hのとき消去，FFHのとき表示
EA5AH	ヌル・キャラクタ・コード。初期値は00H
EA5BH	ヌル・アトリビュート・コード。初期値は00H
EA5CH	ファンクション・キー表示の状態。50Hのとき80桁反転
EA5DH	スクロール範囲。0～24
EA5EH	スクロール開始行。1～25
EA5FH	カーソル・スイッチ。00Hのとき消去
EA60H	ファンクション・キー表示スイッチ。00Hのとき消去，FFHのとき表示
EA61H	スクリーン・モード・スイッチ。00Hのとき白黒モード，FFHのときカラー・モード
EA62H	テキスト・スクリーンの行数
EA63H	カーソルの縦位置。1～25
EA64H	カーソルの横位置。1～80
EA65H	テキスト・スクリーンの桁数
EA66H	出力ポート30H番地に出力した値
EA67H	出力ポート40H番地に出力した値
EA68H	ファンクション・キー・フラグ。00H以外のときファンクション・キーが押された
EA69H	キーボードから直前に入力されたキャラクタ・コード
EA6AH	特殊キーの押下状況。00Hのとき特殊キーの押下なし，01HのときSHIFT，02HのときCTRL，03Hのときカナ，04Hのときカナ＋SHIFT，05HのときGRPH
EA6BH	オート・リピート用のディレイ・タイム。06Hか40H
EA6CH	キーボード・マトリクスからの入力データ
EA76H	BCDコードによる，秒，分，時，日，月，年
EA7CH	ファンクション・キー（f・1）の定義内容
EA8CH	ファンクション・キー（f・2）の定義内容
EA9CH	ファンクション・キー（f・3）の定義内容
EAACH	ファンクション・キー（f・4）の定義内容
EABCH	ファンクション・キー（f・5）の定義内容
EACCH	ファンクション・キー（f・6）の定義内容
EADCH	ファンクション・キー（f・7）の定義内容
EAECH	ファンクション・キー（f・8）の定義内容
EAFCH	ファンクション・キー（f・9）の定義内容
EB0CH	ファンクション・キー（f・10）の定義内容
EB1CH	N－BASICの"PSET"，"PRESET"，"GET"，"PUT"で使用するサブルーチン条件によって変化する
EB20H	N－BASICの"LINE"で使用するサブルーチン
EB22H	N－BASICの"LINE"で使用するサブルーチン

アドレス	内　　容
EB24H	N－BASICの“PSET”,“PRESET”で使用するルーチンで，ROM内への分岐に用いる
EB27H	N－BASIC“LINE”で使用するルーチンで，ROM内への分岐に用いる
EB2AH	RS－232C－CH1用。USARTのコマンド・バイト
EB2BH	RS－232C－CH2用。USARTのコマンド・バイト
EB2CH	未使用
EB2DH	RS－232C用入力ポートのアドレス。CH1のときC1H，CH2のときC3H
EB2EH	RS－232C－CH1用のポインタ
EB2FH	RS－232C－CH2用のポインタ
EB30H	未使用
EB31H	RS－232Cからの入力可能バイト数
EB33H	RS－232C－CH1用
EB3AH	RS－232C用
EB3BH	RS－232C－CH2用
EB42H	RS－232C用
EB43H	RS－232C－CH1への出力カウンタ
EB44H	RS－232C－CH2への出力カウンタ
EB45H	未使用
EB46H	エラー・コード。00Hのときエラー未発生
EB47H	未使用
EB48H	プリンタ・ヘッドの横位置
EB49H	周辺デバイスへの出力フラグ。00HのときCRTを，01H～7FHのときプリンタを，80H～FFHのときCMTを，それぞれ選択
EB4AH	テキスト・スクリーンの横幅
EB4BH	テキスト・スクリーンの改行値
EB4CH	未使用
EB4DH	ESCキー押下フラグ
EB4EH	BASICの“INPUT$”で使用
EB50H	フリー・エリアの終了アドレス
EB52H	BASICで現在実行中の行番号。ダイレクト・モードのときはFFFFH
EB54H	BASICのプログラム・エリア開始アドレス
EB56H	BASICのキーワードを中間言語に変換するために使用
EC56H	バッファ
EC96H	インプット・バッファ。キーボードからの文字列入力に使用
ED99H	カーソルの横座標

アドレス	内　　容
ED9AH	テキスト・スクリーンの25行に対応するリンク情報
EDB3H	“INPUT”で00Hのとき“Bad File Data”エラー発生，“READ”で00Hのとき“Out of data”エラー発生
EDB4H	スクリーン・エディット時のカーソル横座標退避
EDB5H	スクリーン・エディット時のカーソル縦座標退避
EDB6H	スクリーン・エディット時のテキスト・スクリーン横幅退避
EDB7H	ターミナル・モードで使用
EDB9H	ディスクのセクタ番号
EDBAH	セミ・グラフィック用のアトリビュート・コード
EDBBH	セミ・グラフィック用の縦座標
EDBCH	セミ・グラフィック用の横座標
EDBDH	セミ・グラフィック用のファンクション・コード
EDBEH	セミ・グラフィック用のVRAM（Video－RAM）アドレス
EDC0H	ファンクション・キー・ポインタ。現在入力中のアドレスを示す
EDC2H	キーボード・マトリクスの入力ポート
EDC3H	セミ・グラフィックのドット位置に対応するキャラクタ縦座標
EDC4H	セミ・グラフィックのドット位置に対応するキャラクタ横座標
EDC5H	ディスク・アクセス時のエラー・カウンタ
EDC6H	指定するドライブ番号。0～3
EDC7H	接続されているドライブ数
EDC8H	未使用
EDC9H	ディスク用入出力ポートの最上位アドレス
EDCAH	N－BASICの“LINE”で消去に使用
EDCBH	ディスク・アクセス時に使用
EDCCH	未使用
EDCEH	RS－232C－CH1のインプット・バッファ
EE4EH	RS－232C－CH2のインプット・バッファ
EECEH	RS－232Cへの出力データ退避用
EECFH	未使用
EED0H	RS－232Cのチャンネル番号。0～1
EED1H	未使用
EED2H	IEEE（2）の値
EED3H	IEEE（3）の値
EED4H	未使用
EED5H	IEEE－488のステータス
EED6H	IEEE－488関係
EED7H	IEEE－488関係

アドレス	内　　容
EED8H	IEEE－488関係
EED9H	IEEE－488関係
EEDAH	IEEE－488関係
EEDBH	IEEE－488関係。00H以外のときイネーブル
EEDCH	IEEE－488関係
EEDDH	IEEE－488関係
EEDEH	"ON SRQ GOSUB"で指定する行番号
EEE0H	IEEE－488関係
EEE1H	IEEE－488関係
EEE2H	IEEE－488関係
EEE4H	IEEE－488関係
EEE6H	IEEE（6）の値
EEE7H	IEEE（4）の値
EEE8H	IEEE（5）の値
EEE9H	IEEE－488関係
EEEAH	IEEE－488関係
EEEBH	IEEE－488関係
EEECH	IEEE－488関係
EEEDH	IEEE－488関係
EEEEH	"CMD DELIM"で指定されたデリミタ・コード
EEEFH	IEEE－488関係
EEF0H	"CMD TIMEOUT"で設定されたタイム
EEF1H	IEEE－488関係
EEF3H	IEEE－488関係
EEF4H	IEEE－488関係
EEF5H	IEEE－488関係
EEF6H	未使用
EF2CH	00Hのとき"PUT"、FFHのとき"GET"
EF2DH	"GET"および"PUT"で使用
EF2FH	"GET"および"PUT"で使用
EF31H	"GET"および"PUT"で使用
EF32H	"GET"および"PUT"で使用
EF34H	00Hのとき"PUT@"、FFHのとき"GET@"
EF35H	"GET"および"PUT"で使用
EF36H	CMTアクセス時に指定されたファイル・ネーム
EF3CH	CMTアクセス時のエラーに対する"Tape read ERROR"エラー出力フラグ。00Hのときエラーを出力する
EF3DH	未使用
EF3EH	現在CMTからロード中のファイル・ネーム
EF44H	配列処理関係
EF45H	フローティング・アキュームレータの型。02Hのとき整数型、03Hのとき文字型、04Hのとき単精度実数型、08Hのとき倍精度実数型
EF46H	"LIST"で使用
EF47H	"LIST"で使用
EF48H	実行中のBASICテキストのアドレス
EF4AH	実行中の命令に付随するコントロール・コード。0BH～0FH、11H～1DH、1FH
EF4BH	数値定数の型。02H、04H、08H
EF4CH	プログラム中の数値定数を1度ここに移してからフローティング・アキュームレータに格納する
EF54H	プログラム・エリアの終了アドレス
EF56H	ストリング・ディスクリプタの格納アドレス
EF58H	11組のストリング・ディスクリプタ
EF79H	フリー・エリアの終了アドレス
EF7BH	"DIM"、"FN"、"NEXT"で使用
EF7DH	文字型配列変数の実際のアドレス
EF7FH	"FOR"でテキスト・ポインタの退避用
EF81H	読出し中データの行番号
EF83H	"FOR"、"ERASE"、"DIM"、"FN"で使用
EF84H	"INPUT"、"READ"、"USING"で使用
EF85H	"ERASE"、"FOR"、"LET"、"NEXT"で使用
EF87H	"GOTO"で使用
EF88H	"AUTO"実行中フラグ
EF89H	"AUTO"カウンタ
EF8BH	"AUTO"増分
EF8DH	BASICプログラムの先頭アドレス
EF8FH	"FOR"、"NEXT"、"RETURN"で使用
EF91H	システム変数"ERL"
EF93H	直前に処理した行番号。"LIST"等の"・"で使用
EF95H	"RESUME"で使用
EF97H	エラー関係
EF99H	エラー発生フラグ
EF9AH	"DIM"、"FN"、"NEXT"で使用
EF9CH	ブレーク(中断)した行番号
EF9EH	"CONT"を行うための中断アドレス。0000Hのとき続行不可

アドレス	内　　容
EFA0H	単純変数エリアの先頭アドレス
EFA2H	配列変数エリアの先頭アドレス
EFA4H	配列変数エリアの終了アドレス
EFA6H	現在読出しているデータのアドレス
EFA8H	“DEF”によって指定された変数の型。A～Zの26バイト
EFC2H	“FN”で使用
EFC4H	“FN”で使用
EFC6H	“FN”で使用。引数の名前および処理アドレス
F02AH	“FN”で使用。引数の名前および処理アドレス
F092H	“DIM”で使用
F093H	“DIM”で使用
F095H	“FN”で使用
F096H	ガベージ・コレクションで使用
F098H	“FN”で使用
F09AH	“SWAP”で使用。変数の退避用
F0A2H	00Hのとき“TROFF”，FFHのとき“TRON”
F0A3H	フローティング・アキュームレータの無効桁
F0A4H	フローティング・アキュームレータ
F0ACH	フローティング・アキュームレータの符号保持
F0ADH	サブ・フローティング・アキュームレータの無効桁
F0AEH	サブ・フローティング・アキュームレータ
F0B6H	数値データ出力用バッファ
F0D1H	倍精度除算用レジスタ
F0D9H	倍精度乗算用レジスタ
F0E1H	命令のジャンプ・テーブル
F16BH	処理のジャンプ・テーブル
F216H	未使用
F300H	Video－RAM
FEB8H	テキスト・スクリーン・クリア用のデータ120バイト
FF30H	モニタの“S”コマンド用。エラー発生時のアドレス退避
FF32H	未使用
FF33H	00Hのときモニタの“L”，0DHのときモニタの“LV”
FF34H	モニタ起動時のHLレジスタ対退避
FF36H	モニタ起動時のスタック・ポインタ(SP)退避
FF38H	00Hのときモニタの“S”，FFHのときモニタの“D”
FF39H	テスト・メモリ“TM”の不良メモリのアドレス退避
FF3BH	テスト・メモリ“TM”の書込みデータ
FF3CH	テスト・メモリ“TM”の読出しデータ
FF3DH	未使用

▲PC－8001シリーズ

▲PC－8001mkIIシリーズ

▲PC－8801シリーズ

▲PC－8801mkIIシリーズ

付録G μPD3301アトリビュート・コード表

BIT		カラーモード		白黒モード
		カラー指定	機能指定	
0	0		ノーマル	ノーマル
	1		シークレット	シークレット
1	0		ノーマル	ノーマル
	1		ブリンク	ブリンク
2	0		ノーマル	ノーマル
	1		リバース	リバース
3	0	機能指定		
	1	カラー指定		
4	0	キャラクタ	ノーマル	ノーマル
	1	グラフィック	オーバー・ライン	オーバー・ライン
5	0	B信号 OFF	ノーマル	ノーマル
	1	B信号 ON	アンダー・ライン	アンダー・ライン
6	0	R信号 OFF		
	1	R信号 ON		
7	0	G信号 OFF		キャラクタ
	1	G信号 ON		グラフィック

RGB信号➡カラー変換表

信号＼カラー	黒(ブラック)	青(ブルー)	赤(レッド)	紫(マゼンダ)	緑(グリーン)	水(シアン)	黄(イエロー)	白(ホワイト)
G	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
R	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
B	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	O

付録H　キャラクタ・コード表

上位4ビット→ / 下位4ビット↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0		DE		0	@	P		p				ー	タ	ミ		
1	SH	D1	!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム		円
2	SX	D2	"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ		年
3	EX	D3	#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ		月
4	ET	D4	$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ヤ		日
5	EQ	NK	%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ		時
6	AK	SN	&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ		分
7	BL	EB	'	7	G	W	g	w			ァ	キ	ヌ	ラ		秒
8	BS	CN	(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ	♠	
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y			ゥ	ケ	ノ	ル	♥	
A	LF	SB	*	:	J	Z	j	z			ェ	コ	ハ	レ	◆	
B	HM	EC	+	;	K	[	k	{			ォ	サ	ヒ	ロ	♣	
C	CL	→	,	<	L	¥	l	¦			ャ	シ	フ	ワ	●	
D	CR	←	-	=	M	]	m	}			ュ	ス	ヘ	ン	○	
E	SO	↑	.	>	N	^	n	~			ョ	セ	ホ	゛		
F	SI	↓	/	?	O	_	o				ッ	ソ	マ	゜		

付録I　参考文献&引用文献一覧表

1.「N－BASIC　リファレンス・マニュアル」NEC
2.「PC－8001　ユーザーズ・マニュアル」NEC
3.「μCOM－82　ユーザーズ・マニュアル」NEC
4.「μCOM－82　インストラクション活用表」NEC
5.「月刊マイコン」1981 1月号～1982 12月号「マシン語講座」／川村　清／電波新聞社
6.「Z－80　マイコン・プログラムテクニック」電波新聞社
7.「PC－8001　BASIC　SOURCE　PROGRAM　LISTINGS」秀和システムトレーディング株式会社
8.「PC－8001　マシン語活用ハンドブック　初級編」秀和システムトレーディング株式会社
9.「PC－8801　解析マニュアル」秀和システムトレーディング株式会社
10.「月刊アスキー」1979 11月号「2D－4M」／乾　謙一／株式会社アスキー
11.「DUAD－PC　ユーザーズ・マニュアル」株式会社アスキー
12.「DUAD－88D　ユーザーズ・マニュアル」株式会社アスキー

月刊マイコン別冊 PC-8001 PC-8801マシン語入門

マシン語の基礎から ゲームの製作まで

■あなたは自分のマシンを使いこなしているか？　現在BASICを理解できる人は、マイコン所有者の10分の1、マシン語に至っては、そのまた何分の1かである。本書は"マシン語修得のための近道"として作られた。〒300円

B5判　210頁　定価1,300円

月刊マイコン別冊 PC-8001マシン語入門II

アセンブラから電子音楽付きカラー・グラフィックまで

■好評のPC－8001、8801マシン語入門に続く第二巻。例題を通し実際に自分の目で確めながら学習を進めている。今回は、アセンブラから効果音付きカラーグラフィックにまで挑戦。〒250円

B5判　218頁　定価1,300円

月刊マイコン別冊 FM-7活用研究

ゲームからマシン語・新言語まで

■迷路の中のエサを食べながらオバケの追撃をさけ，逃げるゲーム"パックマン"。ゲームセンターの興奮を本書で再現。他にF－BASICの解説，6809のマシン語の説明等も加わったFM－7の解説書。〒300円

B5判　244頁　定価1,500円

月刊マイコン別冊 PC-8001活用研究（ゲーム編）

■PC－8001の機能などを細かく，初心者の方にもわかり易く説明。プログラムも実務的なものから、ゲームまで広範囲にわたって利用でき、またプログラムの選び方、特徴なども紹介されている。〒250円

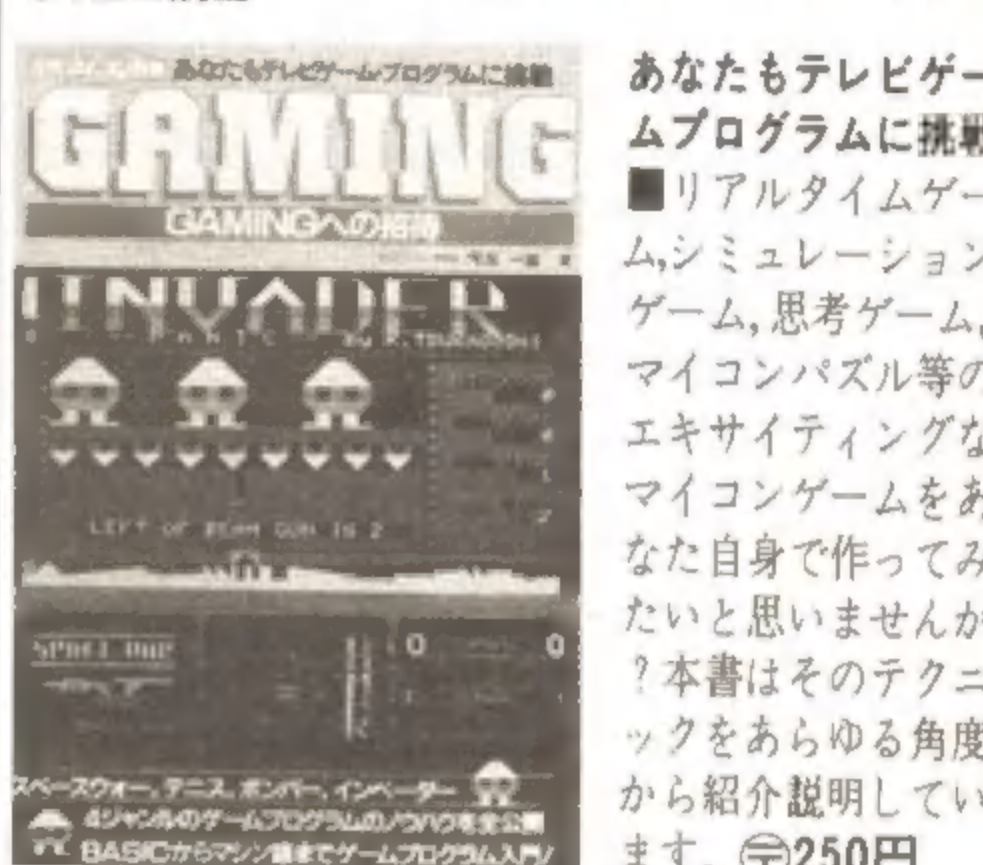
B5判　198頁　定価1,200円

月刊マイコン別冊 PC-8001活用研究・実務編

すぐに役に立つビジネス・ソフト

■NECのPC－8001用ビジネスソフトを6本紹介。プログラムリストとフローチャートの二つを掲載、変数の使い方が難しいものについては変数表をのせた。〒300円

B5判　154頁　定価1,500円

月刊マイコン別冊 GAMINGへの招待

あなたもテレビゲームプログラムに挑戦

■リアルタイムゲーム,シミュレーションゲーム，思考ゲーム，マイコンパズル等のエキサイティングなマイコンゲームをあなた自身で作ってみたいと思いませんか？本書はそのテクニックをあらゆる角度から紹介説明しています。〒250円

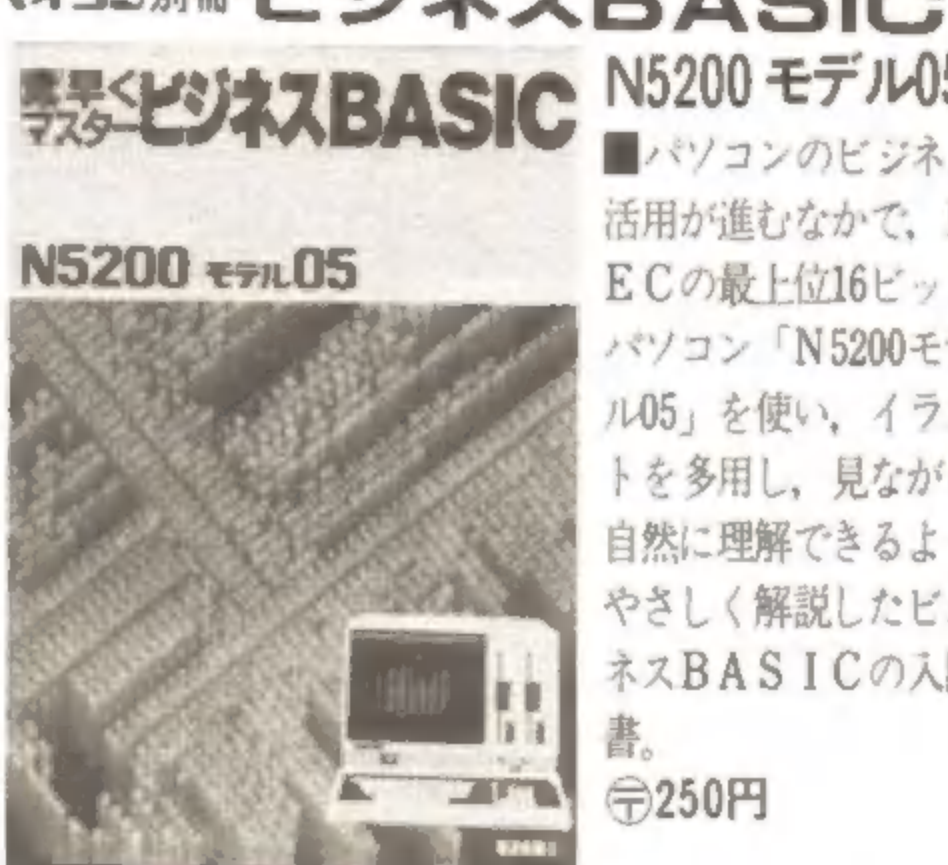
B5判　220頁　定価1,300円

月刊マイコン別冊 PC-8001活用研究

ビジネスグラフ グラフィックス

■コンピュータ言語"BASIC"はきわめて修得しやすい言語です。本書はそのBASICを使ってビジネス用プログラムの重要な項目である作表とグラフ作成のプログラムを各種紹介している。〒300円

B5判　228頁　定価1,500円

月刊マイコン別冊 素早くマスター ビジネスBASIC

N5200 モデル05

■パソコンのビジネス活用が進むなかで，NECの最上位16ビットパソコン「N5200モデル05」を使い，イラストを多用し，見ながら自然に理解できるようやさしく解説したビジネスBASICの入門書。〒250円

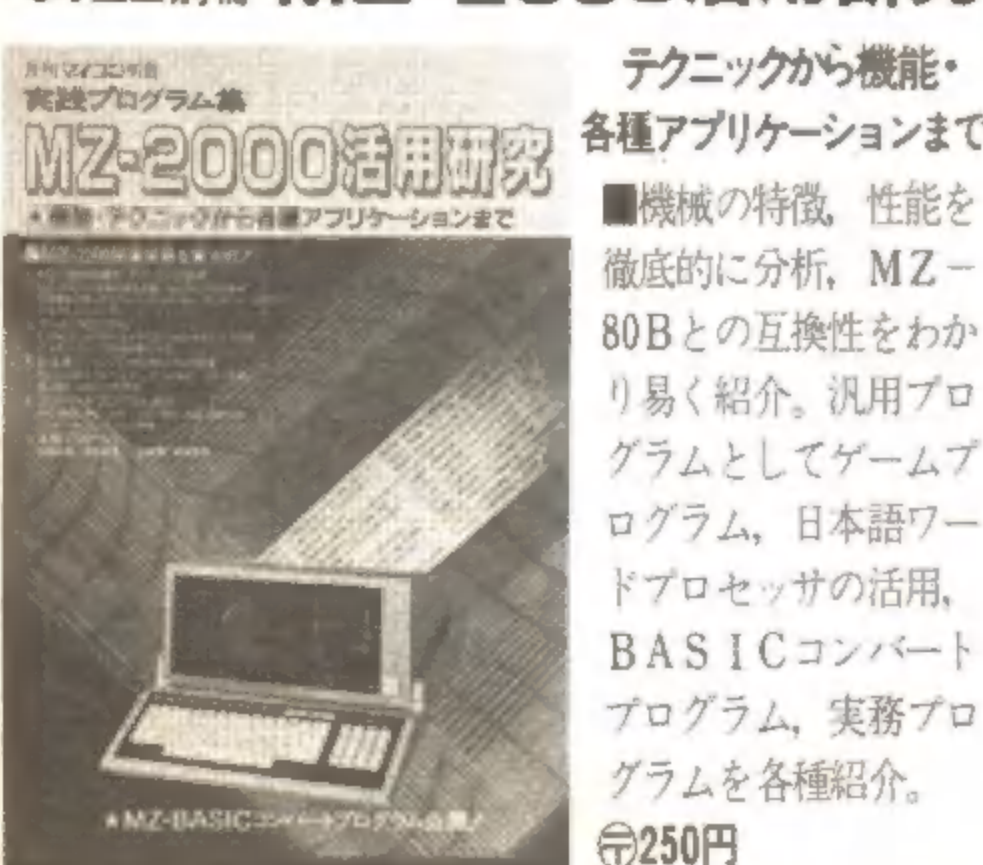
B5判　186頁　定価1,500円

月刊マイコン別冊 APPLE DOS入門

ゲームからビジネスまでディスク操作テクニック全公開!!

■APPLE社のAPPLEIIはハード・ソフト共優秀なものを備えて各社のパソコン販売の目標になっています。本書はそのAPPLEIIのディスクを使いこなすためのノウハウをやさしく解説した手引書です。〒250円

B5判　220頁　定価1,300円

月刊マイコン別冊 MZ-2000活用研究

テクニックから機能・各種アプリケーションまで

■機械の特徴，性能を徹底的に分析，MZ－80Bとの互換性をわかり易く紹介。汎用プログラムとしてゲームプログラム，日本語ワードプロセッサの活用，BASICコンバートプログラム，実務プログラムを各種紹介。〒250円

B5判　178頁　定価1,300円

月刊マイコン別冊 MZ-2000/2200プログラムテクニック

君のMZを120%使いきるマガジンBOX

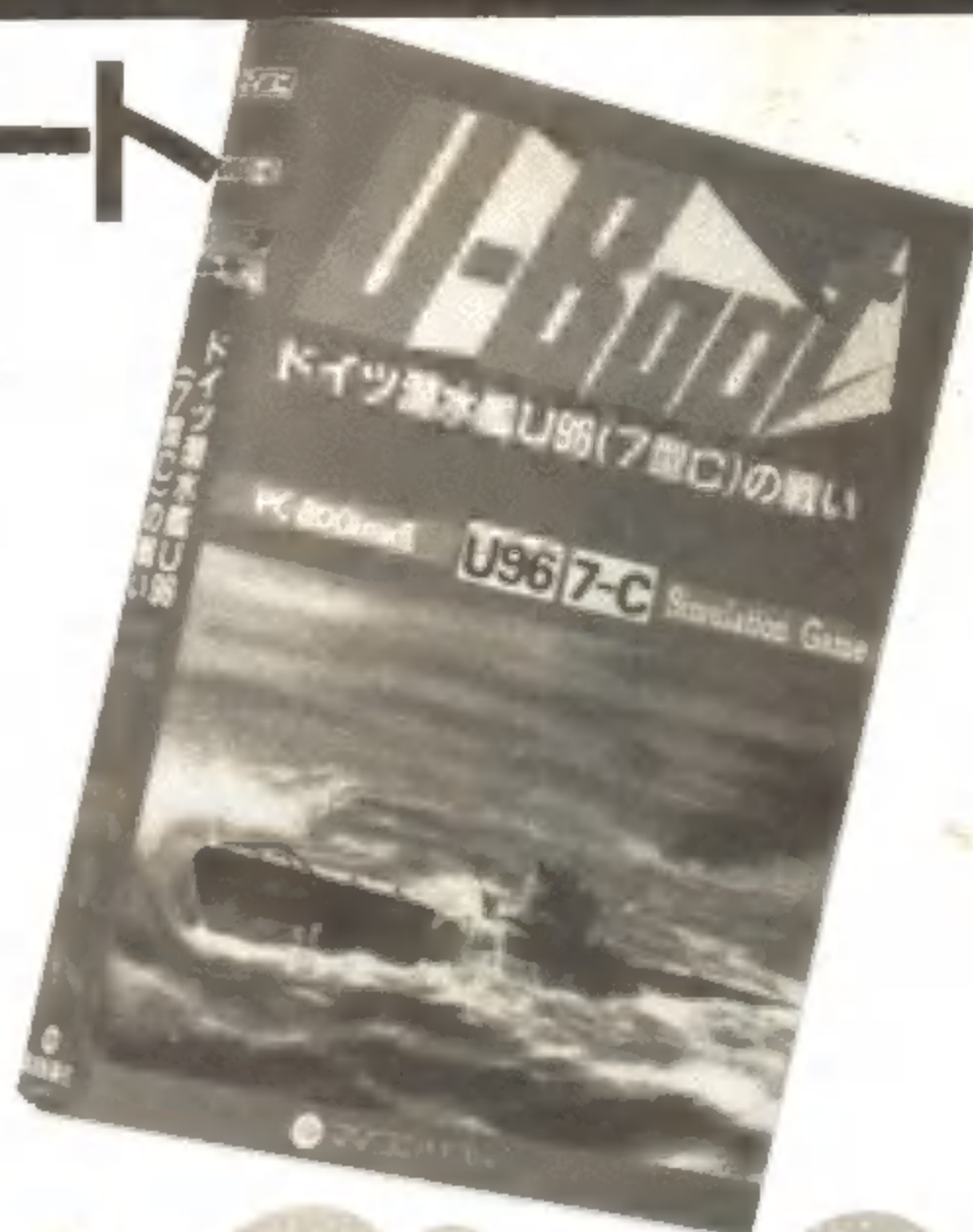
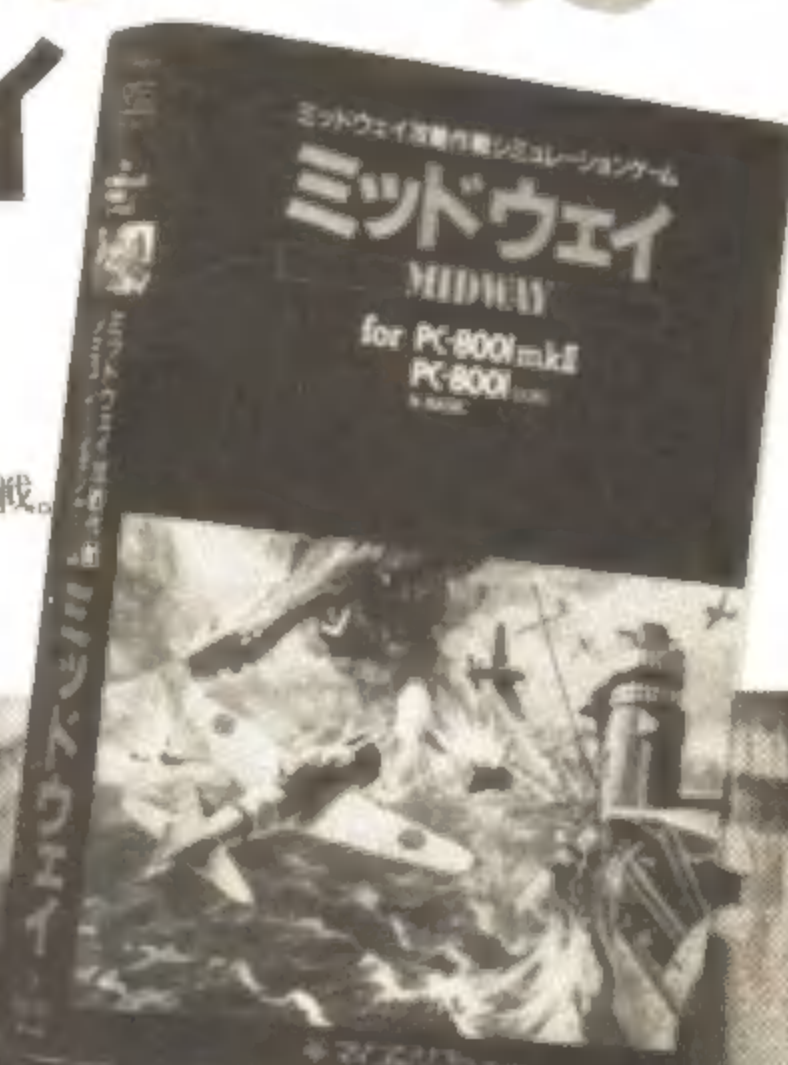
■これだけはそろえたいユーティリティ，なにかと便利なサブルーチン，集計プログラム，データ通信プログラム等，あなたのMZをTPOに合わせて活用するためのテクニックを各種紹介。〒300円

B5判　192頁　定価1,300円

月刊マイコン別冊 パソコンワープロ

今，キミの手にパソコンの秘密兵器が……

■OA時代になくてはならないのがワープロ。パソコンでもワープロ機能を，という要望に応えたパソコンワープロを本書では詳細に説明。また，ユーザー訪問記及びオールガイドも併録。〒300円

B5判　168頁　定価1,300円

マイコン別冊

Z80マシン語プログラム入門

川村　清 著

昭和59年4月3日発行

定価 1,500円 (送料300円)

発 行 人　平山秀雄
発 行 所　(株)電波新聞社
郵便番号141 東京都品川区東五反田1－11－15
電話(03) 445－6111(大代) 振替東京5－51961
印 刷 所　大日本印刷(株)
製 本 所　(株)堅省堂

電波新聞社 〒141東京都品川区東五反田1－11－15 電話03(445)6111 定価1,500円 雑誌68469-09

マイコン別冊
Z80マシン語プログラム入門
川村清 著
電波新聞社

マイコン別冊 Z80マシン語プログラム入門 昭和五十九年四月三日発行